

明細書

局間伝送方法及び無線基地局監視方法並びにその方法を用いた装置 技術分野

[0001] 本発明は、局間伝送方法及び無線基地局監視方法並びにその方法を用いた装置に関し、より特定的には、基地局と移動局との間で狭域通信システムのプロトコルを用いて通信する移動通信システムにおいて、基地局を構成する通信制御局及び無線基地局の有線局間で行われるデータ伝送の方法、及び通信制御局から無線基地局を監視するための方法に関する。

背景技術

[0002] 移動通信の分野においては、ゾーン間移動時のハンドオーバーが不要、及び送信電力を低減して大きなサービスエリアをカバーできるといった利点から、無線呼び出しや自動車電話等に複局方式が用いられている。さらに近年では、この複局方式を、路車間通信システムへ展開することも期待されている。この複局方式とは、小無線ゾーンを形成する無線基地局を複数用いて構成され、同じデータを同一周波数でほぼ同時に各小無線ゾーンへ送信又はから受信することで、1つの大きなサービスエリアを形成する方式である。

[0003] この複局方式を用いた従来の移動通信システムは、図19に例示するように、通信制御局1100と、複数の無線基地局1200-1～1200-nと、移動局1300とで構成される。通信制御局1100と複数の無線基地局1200-1～1200-nとは、ある程度離れた位置にあり、それぞれの局間は局間伝送路1400-1～1400-nで接続されている。この通信制御局1100、複数の無線基地局1200-1～1200-n、及び局間伝送路1400-1～1400-nによって基地局が構成され、移動局1300との間で通信が行われる。このようなシステムでは、通信制御局1100から遠隔の無線基地局1200-1～1200-nを監視するために、無線基地局1200-1～1200-nは、移動局1300から受信したデータ以外に、正常に動作しているか否か等の自局の状態を示す監視データを通信制御局1100に伝送する必要がある。

[0004] 一般的には、局間伝送路1400-1～1400-nに光ファイバー等の有線ケーブル

を、また通信制御局1100及び無線基地局1200に汎用のインターフェースを用いることで、無線回線に比べ高速な伝送レートによる局間データ伝送を実現する方法が採用されている(例えば、非特許文献1及び非特許文献2を参照)。図20は、複局方式を用いた従来の移動通信システムの基地局の構成例を示す図である。図21は、図20の伝送路インターフェース部1210の詳細な構成例を示す図である。図22は、図20の伝送路インターフェース部1120の詳細な構成例を示す図である。

- [0005] 通信制御局1100は、制御部1110及び伝送路インターフェース1120を備える。この伝送インターフェース1120は、データバッファ1121と、プロトコル制御部1122と、クロック信号源1123と、PHYインターフェース(I/F)部1124と、光メディアコンバータ1125とを含む。また、各無線基地局1200-1～1200-nは、それぞれ伝送路インターフェース1210及び無線部1220を備える。この伝送路インターフェース1210は、光メディアコンバータ1211と、第1のPHYインターフェース部1212と、第1のプロトコル制御部1213と、下りデータバッファ1214と、第1のクロック信号源1215と、第2のクロック信号源1216と、上りデータバッファ1217と、第2のプロトコル制御部1218と、第2のPHYインターフェース部1219とを含む。
- [0006] 通信制御局1100から移動局1300への下り回線において、移動局1300への送信データや無線基地局1200への制御データは、制御部1110から伝送路インターフェース部1120に送出される。伝送路インターフェース部1120において、受け取られたデータは、データバッファ1121に一時的に格納され、プロトコル制御部1122、クロック信号源1123、PHYインターフェース部1124と及び光メディアコンバータ1125によって、汎用インターフェース(例えば、100BASE-FX)仕様に基づく伝送フォーマットに順次変換され、無線回線の伝送レートに比べ高速な伝送レートで局間伝送路1400-1～1400-nを介して、各無線基地局1200-1～1200-nに传送される。
- [0007] 一方、移動局1300から通信制御局1100への上り回線において、無線部1220で受信された移動局1300からの無線信号は、検波復調されてデジタルのベースバンド信号に変換され、受信データとして伝送路インターフェース部1210へ送出される。また、無線部1220からは監視データも伝送路インターフェース部1210へ送出される。そして、伝送路インターフェース部1210において、受け取られた受信データ及び監視デ

ータは、下り回線と同様に、汎用のインターフェース仕様に基づく伝送フォーマットに順次変換され、無線回線の伝送レートに比べ高速な伝送レートで無線基地局1200-1～1200-nから各局間伝送路1400-1～1400-nを介して通信制御局1100に伝送される。

- [0008] このように汎用のインターフェースを用いて無線回線に比べ高速な伝送レートで通信制御局1100と無線基地局1200-1～1200-nとの間の局間伝送を行うことにより、移動局1300からの受信データを伝送する領域以外の空き領域を設けることができるため、その空き領域に監視データを挿入して伝送できる。

非特許文献1:「ITS対応新DSRC無線機の開発」日立国際電気技報 No. 3 pp. 10-22

非特許文献2:「W-CDMA無線基地局装置」Matsushita Technical Journal Vol. 47 No. 6 pp. 10-22

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0009] ところで、無線回線にTDMA方式を用いる移動通信システムの中には、正常に受信できたか否かを通知するための応答信号(ACK/NACK)を、信号を受信した後に同一のタイムスロット内の予め定められた時間の後に送信相手に返す必要があるシステムが存在する。例えば、ARIB標準規格STD-T75に則った狭域通信(DSRC)システムがこれに相当する。ここで、無線基地局が移動局から信号を受信した時点から、次の各処理:無線基地局における受信信号の検波復調による受信データ列の生成、無線基地局から通信制御局への受信データ列の伝送、通信制御局における受信データ列の正常受信されたか否かの判定、通信制御局から無線基地局への判定結果の伝送、を経て、無線基地局から移動局へ判定結果を送信するまでの時間を、ターンアラウンド時間と定義する。また、以下の説明では、ターンアラウンド時間内に基地局において行われる上述した各処理を総称して「ターンアラウンド処理」と呼ぶ。DSRCシステムでは、このターンアラウンド時間が所定値に規定されている。

- [0010] 図23は、このDSRCシステムに用いられるARIB標準規格STD-T75のTDMAフレームの構成例を示す図である。図23に示すように、DSRCシステムのTDMAフ

レームは、フレーム制御用のフレームコントロールメッセージスロット(FCMS)と、データ伝送用の複数個のメッセージデータスロット(MDS)等により構成される。FCMSは、下り回線にのみ割り当てられた制御用スロットであり、TDMAフレームの必ず先頭のスロットに存在する。基地局は、このFCMS中にフレームコントロールメッセージチャネル(FCMC)を所定のタイミングで送信する。MDSは上り下り両回線に割り当てられるスロットである。DSRCシステムでは、MDSスロット内において、メッセージデータチャネル(MDC)を受信した局は、受信してから t_3 時間に正常受信できたか否かを通知する応答パケットであるアックチャネル(ACKC)を相手局に送信しなければならない。このように、DSRCシステムでは、基地局が移動局からMDCパケットを受信してから正常受信できたか否かを示すACKCパケットを送信するまでの時間、すなわちターンアラウンド時間は所定値 t_3 に決められている。

- [0011] このようなターンアラウンド時間を所定値に定められたDSRCシステム等では、無線基地局における受信信号処理による遅延ができる限り短いことが望ましい。しかしながら、上述した従来の移動通信システムにおける局間伝送方法では、無線基地局1200内の伝送路インターフェース部1210及び通信制御局1100内の伝送路インターフェース部1120において、伝送フォーマットを変換する際に一時データを蓄積する必要がある。このため、どうしてもターンアラウンド処理上で変換処理遅延が生じてしまう。この従来の局間伝送方法では、ターンアラウンド時間Tは、次のように求められることになる。
- [0012] 図24は、図20に示す従来の移動通信システムで求められるターンアラウンド時間を説明する図である。無線基地局1200は、MDCパケットをアンテナで受信する。そして、図24の(b)のように、無線基地局1200は、受信MDCパケットを検波復調してデジタルのベースバンド信号に変換する。そして、無線基地局1200は、上りの局間伝送路1400の伝送路遅延時間 τ_{du} と予め定めたシステム上割り振れる最大の伝送路遅延時間 τ_0 との差の時間 T_{cu} だけ信号を保持した後、上りの局間伝送路1400へ送出する。すなわち、図24の(a)及び(b)に示したように、無線基地局1200は、アンテナでのMDCパケット受信時刻から受信処理遅延 RXd と伝送路遅延調整値 T_{cu} との和の時間だけ遅れたタイミングで、受信MDCパケットを処理したMDCパケッ

トデータを上りの局間伝送路1400に送出する。

- [0013] その後、図24の(c)のように、MDCパケットデータは、上りの局間伝送路1400の長さに応じた時間 τ_{du} だけ遅れて、通信制御局1100に入力される。通信制御局1100は、無線基地局1200から入力されたMDCパケットデータを処理してMDC情報データを抽出し、パケット中に含まれる誤り情報に基づいてデータに誤りがあるか否かを判断する。誤りが無かったと判断した場合、通信制御局1100は、そのMDC情報データを保持すると共に、正常受信できたことを示すACK情報(ACKCパケット中の受信確認情報フィールドAIのAKビットを「1」にしたもの)を含むACKCパケットを生成する。誤りが有ったと判断した場合、通信制御局1100は、正しく受信できなかつたことを示すNACK情報(ACKCパケット中の受信確認情報フィールドAIのAKビットを「0」にしたもの)を含むACKCパケットを生成する。生成されたACKCパケットは、下りの局間伝送路1400に送出される。図24の(c)及び(d)に示したように、通信制御局1100は、MDCパケットデータ受信時刻から通信制御局1100で上記MDCパケットデータ処理とACKCパケット生成に要する時間Tb(以下、通信制御局処理遅延と呼ぶ)だけ遅れたタイミングで、ACKCパケットデータを下りの局間伝送路1400に送出する。
- [0014] その後、図24の(e)のように、ACKCパケットデータは、下りの局間伝送路1400の長さに応じた時間 τ_{dd} だけ遅れて無線基地局1200入力される。そして、図24の(f)のように、無線基地局1200は、下り局間伝送路1400の伝送路遅延時間 τ_{dd} と予め定めたシステム上割り振れる最大の伝送路遅延時間 τ_0 との差の時間TcdだけACKCパケットデータを保持した後、所定の変調方式でACKCパケットデータに変調をかけた変調信号を生成し、所定の無線信号に変換してアンテナから出力する。図24の(e)及び(f)に示したように、無線基地局1200は、ACKCパケットデータが入力された時刻から送信処理遅延TXdと伝送路遅延調整値Tcdとの和の時間だけ遅れたタイミングで、ACKCパケット信号をアンテナから送信する。
- [0015] 従って、ターンアラウンド時間Tは、次の式(1)で表すことができる。

$$T = RXd + Tcu + \tau_{du} + Tb + \tau_{dd} + TXd + Tcd \dots \quad (1)$$

一般に、通信制御局1100及び無線基地局1200に局間伝送路1400から入力され

るデータと、通信制御局1100及び無線基地局1200におけるデータ抽出用クロックとの位相関係は、データのひずみや、通信制御局1100及び無線基地局1200における局間伝送路1400へデータを送出する際のデータ送出用クロックと無線基地局1200及び通信制御局1100におけるデータ抽出用クロックとの周波数誤差等により、変動する。従って、上り／下りの実際の伝送路遅延時間は、伝送路遅延時間を測定した時点とは異なることが生じやすい。従って、MDCパケットデータ／ACKCパケットデータが、上り／下りの局間伝送路1400を介して通信制御局1100及び無線基地局1200に入力されてから抽出されるまでに要する実際の上り／下り伝送路遅延時間 T_{du}/T_{dd} は、伝送路遅延時間を測定した時点の上り／下り伝送路遅延値 τ_{du}/τ_{dd} に対して誤差を持つ。この誤差を、上り遅延調整誤差 $\triangle T_u$ 及び下り遅延調整誤差 $\triangle T_d$ とすると、次の式(2)及び式(3)で表される。

$$| T_{du} - \tau_{du} | = \triangle T_u \quad \dots \quad (2)$$

$$| T_{dd} - \tau_{dd} | = \triangle T_d \quad \dots \quad (3)$$

- [0016] また、上述した上り／下りの伝送路遅延調整値 T_{cu}/T_{cd} は、次の式(4)及び式(5)で表される。

$$T_{cu} = \tau_0 - \tau_{du} \quad \dots \quad (4)$$

$$T_{cd} = \tau_0 - \tau_{dd} \quad \dots \quad (5)$$

よって、上記式(1)～式(5)より、実際のターンアラウンド時間Tに対して、次の式(6)が成り立つ。

$$RXd + TXd + Tb + 2\tau_0 - \triangle T_u - \triangle T_d \leq T \leq RXd + TXd + Tb + 2\tau_0 + \triangle T_u + \triangle T_d \quad \dots \quad (6)$$

- [0017] また、DSRCの標準規格ARIB STD-T75では、ターンアラウンド時間Tは、次の式(7)で表される。

$$t3 - \triangle Tabs \leq T \leq t3 + \triangle Tabs \quad \dots \quad (7)$$

ここで、 $\triangle Tabs$ は、信号送出時間の許容偏差で $5\mu s$ 未満と定められている。よって、この式(6)及び式(7)より、システム上割り振れる最大の伝送路遅延時間 τ_0 について、次の式(8)の条件を成立させる必要がある。

$$2\tau_0 \leq t3 + \triangle Tabs - (RXd + TXd + Tb + \triangle T_u + \triangle T_d) \quad \dots \quad (8)$$

- [0018] 従って、上記式(8)から明らかなように、所定のターンアラウンド時間Tの中で局間伝送路の伝送路遅延に割り振れる時間をできる限り大きくして局間伝送距離を延ばすためには、受信処理遅延RXd、送信処理遅延TXd、通信制御局処理遅延Tb、上り遅延調整誤差 ΔTu 、下り遅延調整誤差 ΔTd をできる限り小さくしなければならない。しかしながら 上述したように、従来の局間伝送方法ではどうしても、ターンアラウンド処理上のTXd、RXd及びTbに変換処理遅延が生じてしまう。このため、ターンアラウンド時間が所定値Tと決められているシステムを用いて局間伝送距離を延ばそうとする場合には、従来の局間伝送方法は適さない。
- [0019] それ故に、本発明の目的は、従来の方法に比べ所定のターンアラウンド時間の中で局間伝送路の伝送路遅延に割り振れる時間を長くして、できる限り局間伝送距離を延ばすことができる新たな局間伝送方法及びその方法を用いた装置を提供することである。また、この新たな局間伝送方法を用いて、ターンアラウンド時間に影響を与えることなく、通信制御局から無線基地局を定期的に監視できる無線基地局監視方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0020] 本発明は、移動局と、移動局からのパケット受信に応じた応答パケットをTDMA方式を用いて同一タイムスロット内に移動局へ返送する基地局とで構成される、移動通信システム、及びその移動通信システムにおいて実行される局間伝送方法に向かれている。そして、上記目的を達成させるために、本発明の移動通信システム及び局間伝送方法で用いられる基地局は、以下の構成を備えて特徴的な処理を行っている。
- [0021] 基地局は、移動局から受信する上りパケット信号を復調して上り伝送データを抽出し、また移動局へ送信する下り伝送データを変調して下りパケット信号を生成する少なくとも1つの無線基地局と、少なくとも1つの無線基地局から上り伝送データを受信し、上り伝送データに対応する下り伝送データを生成して、少なくとも1つの無線基地局へ送信する通信制御局と、少なくとも1つの無線基地局と通信制御局とを有線接続する少なくとも1つの局間伝送路とを構成に含む。そして、基地局は、少なくとも1つの無線基地局において、少なくとも1つの無線基地局と移動局との間の無線回線

で用いられるTDMAフレームフォーマットの状態で、上り伝送データを通信制御局へ送信し、通信制御局において、少なくとも1つの無線基地局から受信される上り伝送データを、TDMAフレームフォーマットの状態で処理する。又は、基地局は、通信制御局において、TDMAフレームフォーマットの状態で、下り伝送データを少なくとも1つの無線基地局へ送信し、少なくとも1つの無線基地局において、通信制御局から受信される下り伝送データを、TDMAフレームフォーマットの状態で処理してもよい。

- [0022] 好ましくは、通信制御局では、所定の通信制御局送信クロックに基づいて下り伝送データを送出する。そして、少なくとも1つの無線基地局では、通信制御局から受信する下り伝送データから、通信制御局送信クロックに同期した無線基地局受信クロックを再生し、無線基地局受信クロックを用いて、下り伝送データを処理する。このとき、通信制御局において、TDMAフレーム中の送出すべきチャネルデータパケットが存在しない区間に、無線基地局受信クロックを再生するためのダミーデータを挿入した下り伝送データを送出すると効果的である。典型的には、少なくとも1つの無線基地局で、PLL制御を用いて無線基地局受信クロックが再生される。
- [0023] また、好ましくは、通信制御局では、通信制御局送信クロックをn倍又はn分周(nは自然数)した通信制御局受信クロックを用いて、上り伝送データを受信する。そして、少なくとも1つの無線基地局では、無線基地局受信クロックをm倍(mは2以上の整数)した無線基地局動作クロックを生成し、無線基地局動作クロックをk倍又はk分周(kは自然数)して、周期が通信制御局受信クロックに同期した無線基地局送信クロックを用いて、上り伝送データを送信し、少なくとも1つの局間伝送路の長さに応じて生じる無線基地局送信クロックと通信制御局受信クロックとの位相差を、無線基地局動作クロック単位で調整する。
- [0024] なお、通信制御局において応答信号を送信する際、少なくとも1つの無線基地局へ応答パケットのペイロード部分のみを送信し、少なくとも1つの無線基地局において、通信制御局からのペイロード部分の到着を待つことなく、予め保持されているヘッダ情報を用いて、所定のタイミングで応答パケットの送信を開始してもよい。
- [0025] ここで、複数の無線基地局が、複数の局間伝送路を介してそれぞれ通信制御局に

接続されている場合を考える。この場合、複数の無線基地局で、それぞれ、局間伝送路の長さに応じて生じる下り伝送路遅延と所定の伝送路遅延との遅延時間差を、無線基地局動作クロック単位で調整することが好ましい。

- [0026] 局間伝送路長の較差が気になる場合には、通信制御局で、所定のスロット毎に、複数の無線基地局からそれぞれ出力される移動局から受けた同一パケットに対応した複数の上り伝送データを受信し、最初に受信したパケットに対応した上り伝送データの受信タイミングを検出し、受信タイミングから所定の時間が経過するまでに受信した上り伝送データだけを対象に選択処理を行ってもよい。なお、所定の時間は、複数の無線基地局によってカバーされるエリアの長さや、複数の局間伝送路のうちの最も長い局間伝送路の距離に応じて決定すればよい。
- [0027] 一方、本発明は、移動通信システムにおいて実行される無線基地局監視方法にも向けられている。この無線基地局監視方法では、基地局の少なくとも1つの無線基地局が、自局の状態を通信制御局に通知するための監視データを生成し、下り回線にのみ割り当てられたスロットタイミングに合わせて、監視データを上り伝送データに時分割多重化し、無線基地局と移動局との間の無線回線で用いられるTDMAフレームフォーマットの状態で、上り伝送データ及び監視データを通信制御局に送信する。そして、通信制御局が、少なくとも1つの無線基地局から受信される上り伝送データを、TDMAフレームフォーマットの状態で処理し、監視データによって少なくとも1つの無線基地局の状態を監視する。

発明の効果

- [0028] 以上のように、本発明によれば、無線基地局は、通信制御局で下り伝送データを送出する際に使用したBSU送信クロックDCLKに同期したクロックDCLKを再生する。そして、無線基地局は、この再生したDCLKに基づいて下り伝送データを処理する。このクロック同期により、通信制御局と無線基地局との間でデータフォーマットを変換する必要がなくなるため、変換準備のために伝送データを蓄積するFIFO等のバッファが不要となる。よって、従来の処理で生じていたバッファによる遅延時間を削減することができる。従って、移動通信システムのターンアラウンド時間を短くできるので、ターンアラウンド時間が固定である狭域通信(DSRC)等に用いる場合には、削減でき

た遅延時間分だけ通信制御局と無線基地局との物理的距離を延ばすことができる。

また、無線回線で用いられるDSRCシステムのTDMAフレーム伝送フォーマットを局間伝送路にもそのまま用いることにより、移動局からの受信信号が存在しない制御用スロットのタイミングを利用してTDMAフレーム周期で定期的に監視データを無線基地局から通信制御局に伝送することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。

[図2]図2は、制御部11の詳細な構成例を示す図である。

[図3]図3は、基準タイミング検出部22の詳細な構成例を示す図である。

[図4]図4は、無線部23の詳細な構成例を示す図である。

[図5]図5は、下り伝送データにジッタが生じた場合の再生クロックへの影響を説明する図である。

[図6]図6は、クロック再生部221の詳細な構成例を示す図である。

[図7A]図7Aは、伝送データの一連の流れを説明する図である。

[図7B]図7Bは、プリアンブルやユニークワードを含まないACKCパケットの一部のみを伝送することで、許容伝送路遅延を増大できることを説明する図である。

[図8]図8は、変調部233の詳細な構成例を示す図である。

[図9]図9は、本発明の第2の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。

[図10]図10は、無線部53の詳細な構成例を示す図である。

[図11A]図11Aは、読み込みクロックDCLKと上り伝送データとの位相関係を説明する図である。

[図11B]図11Bは、読み込みクロックDCLKと上り伝送データとの位相関係を説明する図である。

[図12]図12は、本発明の第3の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。

[図13]図13は、無線部63の詳細な構成例を示す図である。

[図14]図14は、本発明の第4の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。

[図15]図15は、本発明の第5の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。

[図16]図16は、制御部18の詳細な構成例を示す図である。

[図17]図17は、本発明と従来技術における無線基地局100でMDCパケットが受信されてからACKCパケットが送信されるまでの時間の違いを示す図である。

[図18]図18は、無線基地局100が複数存在する場合に生じる遅延調整誤差を説明する図である。

[図19]図19は、複局方式を用いた従来の移動通信システムの構成を示す図である。

[図20]図20は、複局方式を用いた従来の移動通信システムの基地局の構成例を示す図である。

[図21]図21は、図20の伝送路インターフェース部1210の詳細な構成例を示す図である。

[図22]図22は、図20の伝送路インターフェース部1120の詳細な構成例を示す図である。

[図23]図23は、ARIB標準規格STD-T75のTDMAフレーム構成例を示す図である。

[図24]図24は、図20に示す従来の移動通信システムで求められるターンアラウンド時間を説明する図である。

符号の説明

[0030] 10、80、1100 通信制御局

11、18、1110 制御部

12、12-1~12-n、24 ラインドライバ(E/O)

13、13-1~13-n、21 ラインレシーバ(O/E)

20、50、60、70、100-1~100-n、1200-1~1200-n 無線基地局

22 基準タイミング検出部

23、53、63、1220 無線部

30、1300 移動局

40、40-1~40-n、1400-1~1400-n 局間伝送路

71 多重部

72 基地局制御部

110 情報保持部

111、111-1~111-n 下り伝送データ生成部

112 タイミング信号生成部

113、113-1~113-n 受信処理部

114 受信データ処理部

115 UW検出部

181 有効系統設定部

182 系統選択部

221 クロック再生部

222 基準タイミング符号検出部

223 エッジ検出部

224 PLL部

225 位相比較器

226 ローパスフィルタ(LPF)

227 電圧制御発振器(VCXO)

228 1/6分周器

231 送信パケット生成部

232 下り伝送タイミング信号生成部

233 変調部

234 RF部

235 アンテナ

236 復調部

237 上り伝送タイミング信号生成部

238 受信データバッファ

239 アドレス設定部
 240 波形メモリ
 241 デジタルアナログ変換器(D/A)
 531 上り伝送路遅延調整部
 631 スロット情報抽出部
 1120、1210 伝送路インターフェース部
 1121、1214、1217 データバッファ
 1122、1213、1218 プロトコル制御部
 1123、1215、1216 信号源
 1124、1212、1219 PHYインターフェース部
 1125、1211 光メディアコンバータ

発明を実施するための最良の形態

[0031] 本発明の局間伝送方法は、基地局と移動局との間で、正常に受信できたか否かを通知するための応答信号(ACK/NACK)を、信号を受信したものと同一のタイムスロット内のわずかな時間内に返す必要があるTDMA方式、を用いた様々な通信システムに適用可能である。

以下、TDMA方式の1つであるARIB標準規格STD-T75に則った狭域通信(DSRC)システムに適用した場合を一例に挙げて、本発明を説明する。

[0032] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。図1において、第1の実施形態に係る移動通信システムは、基地局を構成する通信制御局10及び無線基地局20と、移動局30とで構成される。通信制御局10と無線基地局20とは、上り及び下りそれぞれの局間伝送路40で接続されている。通信制御局10は、制御部11と、ラインドライバ12と、ラインレシーバ13とを備える。無線基地局20は、ラインレシーバ21と、基準タイミング検出部22と、無線部23と、ラインドライバ24とを備える。この実施形態では、ラインドライバ12及び24として電気信号を光信号に変換する電気光変換器(E/O)を、ラインレシーバ13及び21として光信号を電気信号に変換する光電気変換器(O/E)を、局間伝送路40として光ファイバーを、そ

れぞれ用いた場合を例示している。

- [0033] 本発明では、伝送データをフォーマット変換するために生じる遅延時間TRd1～TRd4(図7Aを参照)をなくすため、通信制御局10で使用するクロックと無線基地局20で使用するクロックとを同期させてデータ伝送のタイミングを制御することを行う。

以下、図2～図8をさらに用いて、上記第1の実施形態に係る移動通信システムで行われる局間伝送方法を、具体的に説明する。

- [0034] まず、図1で示した制御部11、基準タイミング検出部22及び無線部23の概要構成について説明する。図2は、制御部11の詳細な構成を示す図である。図3は、基準タイミング検出部22の詳細な構成を示す図である。図4は、無線部23の詳細な構成を示す図である。

- [0035] 図2のように、制御部11は、情報保持部110と、下り伝送データ生成部111と、タイミング信号生成部112と、受信処理部113とを備える。受信処理部113は、受信データ処理部114及びUW検出部115からなる。UW検出部115は、無線基地局20から受信する上り伝送データに含まれるFCMCやMDC等のユニークワード(UW)を検出して、上り伝送データのペイロード部分を抽出する。受信データ処理部114は、UW検出部115で抽出されたペイロードにデータスキャンブル解除や誤り検出／訂正等の所定の処理を施して、情報データ及び誤り情報を取得する。情報保持部110は、通信に必要な各種の情報を保持する。タイミング信号生成部112は、通信制御局10及び無線基地局20で使用する様々なタイミングの信号を生成する。下り伝送データ生成部111は、タイミング信号生成部112で生成されたタイミング信号と情報保持部110から出力される下り方向のペイロードとを含んだ下り伝送データを生成し、無線基地局20へ送出する。

- [0036] 図3のように、基準タイミング検出部22は、クロック再生部221と、基準タイミング符号検出部222とを備える。クロック再生部221は、通信制御局10から下り伝送データを受信し、無線基地局20における信号処理に必要なクロックを再生する。基準タイミング符号検出部222は、クロック再生部221で再生されたクロックを用いて下り伝送データに含まれる特定の情報を検出し、無線基地局20が行う処理の基準となるタイミングを与える基準タイミング信号を出力する。

- [0037] 図4のように、無線部23は、送信パケット生成部231と、下り伝送タイミング信号生成部232と、変調部233と、RF部234と、アンテナ235と、復調部236と、上り伝送タイミング信号生成部237と、受信データバッファ部238とを備える。送信パケット生成部231は、通信制御局10から受信する下り伝送データを用いて送信パケットを生成する。下り伝送タイミング信号生成部232は、基準タイミング検出部22で検出されたタイミングで変調部233を制御する。変調部233は、下り伝送タイミング信号生成部232の制御に従って、送信パケット生成部231で生成された送信パケットデータから変調信号を生成した後、RF部234に送出する。RF部234は、アンテナ235を介して、移動局30へのパケット送信及び移動局30からのパケット受信を行う。復調部236は、RF部234で受信されたパケットを復調する。受信データバッファ部238は、復調部236で復調された受信パケットのデータを一時的に格納する。上り伝送タイミング信号生成部237は、所定のタイミングで受信データバッファ部238に格納されているデータをラインドライバ24を介して通信制御局10へ送出する。
- [0038] 次に、上記構成による通信制御局10と無線基地局20との間で行われるクロック同期の手順を説明する。

制御局11において、タイミング信号生成部112は、制御部11が行う各処理に使用される24.576MHzのベースクロックSCLK、及び下り伝送データを送出する際に使用される4.096MHzのBSU送信クロックDCLKを生成する。BSU送信クロックDCLKは、ベースクロックSCLKの1/6周期の信号である。また、タイミング信号生成部112は、通信制御局10において行われる送受信動作の基点となる基準タイミング信号S0を生成し、TDMAフレーム周期で出力する。なお、タイミング信号生成部112は、TDMAフレーム周期を、情報保持部110からFCMCペイロードデータを取り込んでそれを解析して、TDMAフレームのスロット構成を認識することで判断する。また、タイミング信号生成部112は、この認識に基づいて、今から入力される上り伝送データ中にどのチャネルの情報が含まれているのかを示すチャネル種別信号を、受信処理部113へ出力する。さらに、タイミング信号生成部112は、認識したフレーム周期とスロット構成とに従って、基準タイミング信号S0に基づいて上り伝送データ中に含まれるMDCやACKC等のユニークワードが入力される可能性のあるタイミング

を判別して、そのタイミングを示すUW検出窓信号を受信処理部113へ出力する。

- [0039] 下り伝送データ生成部111は、タイミング信号生成部112から受ける基準タイミング信号S0の入力時刻を基点として、情報保持部110から所定時刻にFCMCフレームデータを読み出して、FCMCペイロードを解析する。そして、下り伝送データ生成部111は、FCMCペイロードを解析した結果、FCMSスロットに続くMDSスロットにおいて送信すべきMDCパケットがあると判断した場合、基準タイミング信号S0の入力時刻を基点として、情報保持部110からMDCパケットのペイロードデータを順次所定のタイミングで読み出す。一方、下り伝送データ生成部111は、受信処理部113から上りのMDCパケット受信結果が正常であったか否かを示すACK/NACK信号が入力された場合には、基準タイミング信号S0の入力時刻を基点として、所定のタイミングでACKCパケットのペイロードデータ(ACKCのプリアンブル部分とユニークワードを除いた部分)を生成する。これらのペイロードデータ(チャネルデータ)は、無線基地局20の送受信周波数を制御するための周波数制御情報等が多重された後、下り伝送データとしてラインドライバ12を介して局間伝送路40に送出される。
- [0040] なお、下り伝送データ生成部111は、BSU送信クロックDCLKを2倍した8.192MHzのクロックを生成し、多重化された下り伝送データをそのクロックを用いてCMI符号化して送出する。ここで、下り伝送データ生成部111は、送出すべきチャネルデータパケットが入力されない区間では、NRZ符号で0レベルの信号をCMI符号化して送出する。従って、これらのパケット入力のない区間には、ダミーデータとしてNRZ符号の8.192Mbps相当の“01”的パターンが繰り返し送出される。
- [0041] 無線基地局20において、基準タイミング検出部22のクロック再生部221は、通信制御局10から受信する下り伝送データのエッジを検出して、4.096MHzのBSU送信クロックDCLK及びDCLKを6倍した24.576MHzのベースクロックSCLKを再生する。基準タイミング符号検出部222は、ベースクロックSCLKを動作クロックとして用いて、下り伝送データ中に含まれる基準タイミング検出符号を検出して、基準タイミング信号S1を抽出する。
- [0042] ところで、理想的には、下り伝送データのエッジを検出するだけで、正確な4.096MHzのBSU送信クロックDCLK及び24.576MHzのベースクロックSCLKを再生

することができる。しかし、現実的には、局間伝送路40上のノイズや符号パターンによって、無線基地局20が受信する下り伝送データにはジッタが生じる(図5の(b))。このため、下り伝送データのエッジ検出に基づいて再生されるクロックも、ジッタ幅 $\Delta\tau$ で揺れてしまう(図5の(c))。従って、このジッタ幅 $\Delta\tau$ で揺れるクロックをそのまま用いて基準タイミングを検出し無線基地局20内部の時間管理を行うと、伝送路遅延や送信タイミングが $\Delta\tau$ の幅で変動することになる(図5の(d))。

- [0043] そこで、このジッタ問題を解決させるために、図6に示すようにPLL(フェーズロックループ)制御機能を有するクロック再生部221を用いることが好ましい。図6のクロック再生部221は、エッジ検出部223及びPLL部224を備える。PLL部224は、位相比較部225と、LPF(ローパスフィルタ)226と、VCXO(電圧制御発振器)227と、1/6分周器228とで構成される。エッジ検出部223は、下り伝送データのエッジを検出して、4.096MHzの基準クロックRefCLKを抽出する。位相比較器225は、基準クロックRefCLKと1/6分周器228の出力クロックDCLK(4.096MHz)とを比較する。LPF226は、位相比較器225の出力信号を、平滑化した電圧信号に変換する。VCXO227は、LPF226が出力する電圧信号に応じて、基準クロックRefCLKに同期しつつ6倍した24.576MHzのベースクロックSCLKを生成する。このベースクロックSCLKは、1/6分周器228に帰還入力される。なお、ベースクロックSCLKは、エッジ検出部223におけるクロック抽出を行うための動作クロックとしても使用される。
- [0044] 無線部23において、下り伝送タイミング信号生成部232は、基準タイミング信号S1の入力時刻を基点として、TDMAフレームの先頭位置を判断する。以上のようにして、通信制御局10と無線基地局20とのクロック同期が図られる。
- [0045] 次に、このようにクロック同期が図られている状態で、移動局30から無線基地局20を介して通信制御局10へ上り伝送データ(MDCパケット)が送信され、これに応答して通信制御局10から無線基地局20を介して移動局30へ下り伝送データ(ACKCパケット)が送信される一連の流れを例示して、ターンアラウンド時間が従来の方法に比べて短縮できることを説明する。図7Aは、伝送データの一連の流れを説明する図である。なお、図7A中の網掛け部分は、でたらめな復調データが存在する部分を示している。

- [0046] 先ず、無線基地局20のRF部234は、アンテナ235を介して移動局30から無線パケットを受信する。このRF部234は、ARIB STD-T75規格に準拠した所定の上り回線周波数の信号をダウンコンバートして、アナログベースバンド信号を生成する。復調部236は、RF部234で生成されたアナログベースバンド信号をデジタルベースバンド信号に変換し、このデジタルベースバンド信号を遅延検波して得た検波データ列を受信データRXDATAとして出力する。この受信データRXDATAは、ベースバンド信号から再生した受信データクロックRXCLKと共に、受信データバッファ部238に入力される。
- [0047] 上り伝送タイミング信号生成部237は、基準タイミング検出部22で再生されたベースクロックSCLKに基づいて上り伝送データの送出タイミングを生成し、読み出しクロックREADCLKとして受信データバッファ部238に与える。受信データバッファ部238は、上り伝送タイミング信号生成部237から読み出しクロックREADCLKが与えられている間、受信データRXDATAを受信データクロックRXCLKを用いて読み出してラインドライバ24へ出力する。この処理が行われる間で生じる遅延時間は、時間RXdとなる(図7Aの(a)から(b)へ)。
- [0048] ラインドライバ24では、受信データRXDATAが電気信号から光信号に変換された後、上り伝送データU1として局間伝送路40を介して通信制御局10のラインレシーバ13へ伝送される。このラインドライバ24では、データフォーマットの変換は行われないため、この変換による遅延時間は発生しない(図7Aの(b)から(c)へ)。通信制御局10では、ラインレシーバ13で、上り伝送データU1が光信号から電気信号に再び変換される。このラインレシーバ13でも、データフォーマットの変換が行われないため、この変換による遅延時間は発生しない(図7Aの(d)から(e)へ)。よって、この上り伝送処理が行われる間で生じる遅延時間は、時間 τ_u だけとなる(図7Aの(c)から(d)へ)。
- [0049] 受信処理部113は、ラインレシーバ13から出力される上り伝送データU1を上り伝送データの伝送レートと等しい周期のBSU受信クロックDCLK3で取り込む。なお、BSU受信クロックDCLK3は、BSU送信クロックを遅倍又は分周して生成される。次に、受信処理部113は、UW検出有効区間を示すUW検出窓信号とチャネル種別

信号に基づいて、上り伝送データU1からMDC等のユニークワードを検出してペイロードを抽出する。そして、受信処理部113は、抽出したペイロードに対し、データスクランブル解除や誤り検出／誤り訂正等の所定の処理を施し、ペイロードから誤り訂正符号や誤り検出符号等の冗長成分を除いた情報データを取得する。取得された情報データは、情報保持部110に出力される。また、受信処理部113は、上り伝送データの受信結果が正常であったか否かを示すACK／NACK信号を、下り伝送データ生成部111に出力する。

- [0050] 下り伝送データ生成部111は、受信処理部113からのACK／NACK信号に応じて、タイミング信号生成部112から与えられるBSU送信クロックDCLK及び基準タイミング信号S0に従って、所定のタイミングで下り伝送データD1を生成する。そして、下り伝送データ生成部111は、生成した下り伝送データD1を、ラインドライバ12へ出力する。この通信制御局10で処理が行われる間で生じる遅延時間は、時間Tbとなる(図7Aの(e)から(f)へ)。
- [0051] 下り伝送データD1は、ラインドライバ12で電気信号から光信号に変換された後、局間伝送路40を介して無線基地局20のラインレシーバ21へ伝送される。このラインドライバ12では、データフォーマットの変換は行われないため、この変換による遅延時間は発生しない(図7Aの(f)から(g)へ)。無線基地局20では、ラインレシーバ21で、下り伝送データD1が光信号から電気信号に再び変換される。このラインレシーバ21でも、データフォーマットの変換が行われないため、この変換による遅延時間は発生しない(図7Aの(h)から(i)へ)。よって、この下り伝送処理が行われる間で生じる遅延時間は、時間 τ_d だけとなる(図7Aの(g)から(h)へ)。
- [0052] ラインレシーバ21から出力される下り伝送データD1は、基準タイミング検出部22及び無線部23に入力される。基準タイミング検出部22は、下り伝送データD1及びクロック再生を安定して行うために付加したダミーデータのエッジ部を検出して、ベースクロックSCLK及びBSU送信クロックDCLKの再生を行う。そして、基準タイミング検出部22は、再生されたベースクロックSCLKを用いて基準タイミング信号S1の抽出を行う。
- [0053] 下り伝送タイミング信号生成部232は、基準タイミング信号S1の入力時刻を基準と

して、所定のタイミングで変調部233の変調動作のタイミングを制御する送信制御信号TXONOFFを生成する。

- [0054] 送信パケット生成部231は、基準タイミング信号S1の入力時刻を基に、TDMAフレーム中の基準タイミング検出符号の挿入位置を基点として、所定の位置に存在する下り伝送データD1を抽出する。そして、送信パケット生成部231は、下り伝送データD1に対して所定の処理(プリアンブルパターン及びユニークワードパターンの付加、データスクランブル)を行って、ACKCパケットを生成する。そして、送信パケット生成部231は、このパケットを送信データTXDATAとして変調部233に入力する。
- [0055] 変調部233は、送信制御信号TXONOFFの入力タイミングに対応して、送信パケット生成部231から入力される送信データTXDATAを、ARIB STD-T75規格に準拠したQPSK方式を用いて変調し、RF部234に出力する。
- [0056] なお、変調部233は、典型的には、図8に示すように、アドレス設定部239と波形メモリ240とD/A変換器241とで構成されている。アドレス設定部239は、送信制御信号TXONOFFの入力タイミングに応じて入力される送信データ列をkビット(kは、自然数)の並列データとして、波形メモリ240のアドレス入力に供給する。波形メモリ240は、入力されたアドレスに格納されている波形データを出力する。D/A変換器241は、波形メモリ240から出力された波形データをアナログ波形に変換し、QPSK変調信号のベースバンド波形として出力する。
- [0057] RF部234は、QPSK変調信号のベースバンド波形を直交変調した後、ARIB STD-T75規格に準拠した所定の下り回線の周波数の無線信号にアップコンバートし、アンテナ235に出力する。アンテナ235は、RF部234から入力された無線信号を、移動局30(所定のエリア)に向けて送信する。
- [0058] 以上のように、本発明の第1の実施形態に係る移動通信システム及び局間伝送方法によれば、無線基地局20は、通信制御局10で下り伝送データを送出する際に使用したBSU送信クロックDCLKに同期したクロックDCLKを再生する。そして、無線基地局20は、この再生したDCLKに基づいて下り伝送データを処理する。このクロック同期により、通信制御局10と無線基地局20との間でデータフォーマットを変換する必要がなくなるため、変換準備のために伝送データを蓄積するFIFO等のバッファが

不要となる。よって、従来の処理で生じていたフォーマット変換のためのバッファによる遅延時間を削減することができる。従って、移動通信システムのターンアラウンド時間を短くできるので、ターンアラウンド時間が固定である狭域通信(DSRC)等に用いる場合には、削減できた遅延時間分だけ局間伝送路40における伝送遅延に割り振れる時間を長くして、通信制御局と無線基地局との間の物理的距離を延ばすことができる。

- [0059] また、クロック再生部にPLL回路を用いれば、クロック再生時に再生クロックのジッタを抑えて、ジッタによる下り伝送路の伝送路遅延の変動を抑えられる。従って、下りの伝送路の伝送路遅延を精度良く調整できるため、ターンアラウンド時間が誤差により伸びてしまうことを抑えられる。
- [0060] なお、本実施形態では、図7Bに示すように、局間伝送路40に出力される下り伝送データD1には、ACKCのプリアンブルやユニークワードを含んでいない。一般的には、本実施形態とは異なり、プリアンブル(PR)やユニークワード(UW)を含むACKCパケット全体を下り伝送データとして伝送し、送信パケット処理部231ではそのパケットを単に保持しておいて、変調部233に読み込ませるという構成が取られる。しかし、本実施形態では、上述した構成をとることにより、図7Bに示すように、ACKCパケットのヘッダ部分(プリアンブル+ユニークワード)の送信時間長Th分だけ局間伝送路の伝送路遅延に割り振れる時間を大きくできるため、その分だけ局間伝送距離を延ばすこともできる。

[0061] (第2の実施形態)

図9は、本発明の第2の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。図10は、無線部53の詳細な構成を示す図である。図9において、第2の実施形態に係る移動通信システムは、基地局を構成する通信制御局10及び無線基地局50と、移動局30とで構成される。通信制御局10と無線基地局50とは、上り及び下りそれぞれの局間伝送路40で接続されている。無線基地局50は、ラインレシーバ21と、基準タイミング検出部22と、無線部53と、ラインドライバ24とを備える。図10において、無線部53は、送信パケット生成部231と、下り伝送タイミング信号生成部232と、変調部233と、RF部234と、アンテナ235と、復調部236と、上り伝送タイミング信号生成

部237と、受信データバッファ部238と、上り伝送路遅延調整部531とを備える。

- [0062] 図9及び図10で示すように、第2の実施形態に係る移動通信システムは、上記第1の実施形態に係る移動通信システムに対して、無線部53の構成が異なる。具体的には、上記第1の実施形態の無線部23に対し、第2の実施形態の無線部53は、上り伝送路遅延調整部531を具備している点が異なる。以下、参照符号が同一の構成についてはその説明を省略し、異なる構成部分を中心に第2の実施形態に係る移動通信システムを説明する。
- [0063] 本実施形態では、通信制御部10における下り伝送データ生成部111は、ACK/NACK信号を受信すると、すぐにその信号に対応する応答パケットのペイロードを生成して送出する。従って、通信制御部10の受信処理部113からACK/NACKパケットが出力されるタイミングを調整するか、又は無線基地局20で応答パケットを送出するタイミングを調整しなければ、局間伝送路40の長さによってターンアラウンド時間が変わってしまう。そこで、本実施形態では、無線部53に上り伝送路遅延調整部531を設けて、局間伝送路40の長さによらず所定のターンアラウンド時間となるように、受信データバッファに保持したデータの出力タイミングの調整を行う。
- [0064] 具体的には、上り伝送路遅延調整部531は、基準タイミング信号S1の入力時刻を基に、所定の送信処理遅延TXdを考慮して、無線回線におけるTDMAフレームの先頭位置を判断する。そして、上り伝送路遅延調整部531は、局間伝送路40の伝送遅延に応じて予め定められた遅延時間値だけ、受信データバッファ部238の出力端におけるTDMAフレームの先頭位置が無線回線におけるTDMAフレームの先頭位置に対してずれるように調整したタイミングで、読み出し許可信号REを上り伝送タイミング信号生成部237へ出力する。上り伝送タイミング信号生成部237は、読み出し許可信号REの入力後に、受信データバッファ部238へ読み出しクロックREADCLKを与える。
- [0065] なお、この遅延時間値は、通信制御局10において、予め定めたシステム上割り振られる最大の伝送路遅延時間 τ_0 と予め測定された実際の上り／下りの伝送路遅延時間 τ_{du} / τ_{dd} の差 ($2\tau_0 - \tau_{dd} - \tau_{du}$) に、RF部234及び復調部236における処理遅延を加えた値を、無線基地局20の最速の動作クロックであるベースクロック

の精度で算出したものである。従って、上り伝送路遅延調整部531は、ベースクロックSCLK単位でTDMAフレームの先頭位置の調整を行う。

[0066] この上り伝送路遅延調整部531は、通信制御局10での読み込みクロックDCLK3と上り伝送データとの位相を合わせる役割も果たしている。例えば、読み込みクロックDCLK3と上り伝送データとの位相関係が図11Aの(a)及び(b)に示すような場合、UW検出部115のデータ取り込みタイミングは、同図の(c)又は(d)のどちらになるかわからない。このため、安定的なデータ取り込みができない。しかし、本発明の上り伝送路遅延調整部531では、通信制御局10での読み込みクロックDCLKの立ち上がりエッジとラインドライバ24に入力される上り伝送データの変化点との位相関係が適切になるように、無線基地局20のベースクロックSCLKの単位で遅延調整を行っている。この無線基地局20のベースクロックSCLKは、通信制御局10のベースクロックSCLKに周波数同期しているので、通信制御局10での読み込みクロックDCLKと上り伝送データとの間には、図11Bに示す位相関係が常に保たれる。従って、通信制御局10では、上り伝送データ読み込みのためのラッチ回路が不要となる。

[0067] 以上のように、本発明の第2の実施形態に係る移動通信システム及び局間伝送方法によれば、無線基地局50から通信制御局10へ送信する上り伝送データの出力タイミングを調整する。これにより、移動通信システムのターンアラウンド時間を局間伝送路40の長さによらず確実に遵守することができる。さらに、通信制御局10におけるラッチ処理が不要であるため、ラッチ処理遅延分だけ通信制御局10における処理遅延Tbを短縮できるので、その分だけ局間伝送路40の伝送路遅延に割り振れる時間を大きくできる。

[0068] (第3の実施形態)

図12は、本発明の第3の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。図13は、無線部63の詳細な構成を示す図である。図12において、第3の実施形態に係る移動通信システムは、基地局を構成する通信制御局10及び無線基地局60と、移動局30とで構成される。通信制御局10と無線基地局60とは、上り及び下りそれぞれの局間伝送路40で接続されている。無線基地局60は、ラインレシーバ21と、基準タイミング検出部22と、無線部63と、ラインドライバ24とを備える。図13におい

て、無線部63は、送信パケット生成部231と、下り伝送タイミング信号生成部232と、スロット情報抽出部631と、変調部233と、RF部234と、アンテナ235と、復調部236と、上り伝送タイミング信号生成部237と、受信データバッファ部238とを備える。

- [0069] 図12及び図13で示すように、第3の実施形態に係る移動通信システムは、上記第1の実施形態に係る移動通信システムに対して、無線部63の構成が異なる。具体的には、上記第1の実施形態の無線部23に対し、第3の実施形態の無線部63は、スロット情報抽出部631を具備している点が異なる。以下、参照符号が同一の構成についてはその説明を省略し、異なる構成部分を中心に第3の実施形態に係る移動通信システムを説明する。
- [0070] 本実施形態では、通信制御部10における下り伝送データ生成部111は、ACK/NACK信号を受信すると、すぐにその信号に対応する応答パケットのペイロードを生成し、そのペイロードにパケットを識別するための識別符号を附加して送出する。従って、通信制御部10の受信処理部113からACK/NACKパケットが出力されるタイミングを調整するか、又は無線基地局20で応答パケットを送出するタイミングを調整しなければ、局間伝送路40の長さによってターンアラウンド時間が変わってしまう。そこで、本実施形態では、局間伝送路40の長さによらず所定のターンアラウンド時間となるように、無線部63にスロット情報抽出部631を設けて、特定パケット(応答パケット)の送信タイミングの調整を行う。
- [0071] 具体的には、スロット情報抽出部631は、CMI符号化された下り伝送データをベースクロックSCLK及びBSU送信クロックDCLKを用いてNRZ符号化し、基準タイミング信号S1の入力時刻を基に、TDMAフレーム中の基準タイミング検出符号の挿入位置を基点として所定の位置に存在するFCMCペイロードを抽出する。そして、スロット情報抽出部631は、FCMCペイロードに含まれるTDMAフレームのタイムスロット構造を示すスロット情報を、下り伝送タイミング信号生成部232に出力する。下り伝送タイミング信号生成部232は、このスロット情報に基づいて、TDMAフレーム中の特定のスロットで送信する応答パケット(MDSのACKC)に対して、送信タイミング信号TXONOFFの出力を、局間伝送路40の伝送路遅延に応じて予め定められた遅延時間調整値だけ遅延させる。送信パケット生成部231は、応答パケットを識別する

ための識別符号を検出して応答パケットのペイロードを抽出し、上記第1の実施形態と同じ処理を行って応答パケットを生成し保持する。そして、送信パケット生成部231は、局間伝送路40の伝送路遅延に応じて予め定められた遅延時間調整値だけ遅延させ、TXONOFFの出力に対応したタイミングで、送信データTXDATAとして応答パケットを変調部233に出力する。

[0072] 以上のように、本発明の第3の実施形態に係る移動通信システム及び局間伝送方法によれば、通信制御部10から無線基地局60へ送信された下り伝送データの出力タイミングを調整する。これにより、移動通信システムのターンアラウンド時間を局間伝送路40の長さによらず確実に遵守することができる。

[0073] なお、この第3の実施形態で説明した下り伝送データの出力タイミング調整を、上記第2の実施形態で説明した上り伝送データの出力タイミング調整と組み合わせて使用することは勿論可能である。また、第2及び第3の実施形態では、局間伝送路40の遅延調整を全て無線基地局50及び60側だけで行う構成を説明した。しかし、通信制御局10側にも局間伝送路40の遅延調整を行う構成を設けて、無線基地局50及び60側と通信制御局10側との両方で遅延調整を行ってもよい。

[0074] (第4の実施形態)

DSRCシステムのTDMAフレーム伝送フォーマットには、図23に示したように、移動局30が送信を行わない下り回線にのみ割り当てられた制御スロット(FCMS)がTDMAフレーム中に必ず1つ存在する。本発明の移動通信システムでは、局間伝送路40にも無線回線と同じDSRCシステムのTDMAフレーム伝送フォーマットをそのまま用いて無線区間と同じ伝送フォーマットで伝送を行うので、局間伝送路40上でもFCMSが存在する。そこで、第4の実施形態では、このFCMSには移動局30からの受信データが存在しないことを利用して、無線基地局20の監視データを通信制御局10で収集することに利用する。

[0075] 図14は、本発明の第4の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。図14において、第4の実施形態に係る移動通信システムは、基地局を構成する通信制御局10及び無線基地局70と、移動局30とで構成される。通信制御局10と無線基地局70とは、上り及び下りそれぞれの局間伝送路40で接続されている。無線基地

局20は、ラインレシーバ21と、基準タイミング検出部22と、無線部23と、基地局制御部71と、多重部72と、ラインドライバ24とを備える。

- [0076] 図14で示すように、第4の実施形態に係る移動通信システムは、上記第1の実施形態に係る移動通信システムに対して、基地局制御部71及び多重部72の構成が異なる。以下、参照符号が同一の構成についてはその説明を省略し、異なる構成部分を中心に第4の実施形態に係る移動通信システムを説明する。
- [0077] 基地局制御部71は、基準タイミング信号S1の入力時刻を基点として、下り伝送データからRF部234の送受信周波数を設定するための制御情報を抽出し、無線部23の周波数や送信電力設定等の制御を行う。また、基地局制御部71は、無線部23が正常状態か否か(RF部234の送受信周波数や送信電力値等が正常であるか否か)を示す状態監視信号SDATAを、無線部23から受け取り多重部72に出力する。多重部72は、基地局制御部71から入力される状態監視信号SDATAと、無線部23から入力されるRXDATAとを多重して、ラインドライバ24に出力する。
- [0078] UW検出部115は、無線基地局70から送信される上り伝送データ中からユニークワードを検出することにより、状態監視信号SDATAを抽出する。そして、この状態監視信号SDATAを基地局監視データとして情報保持部110へ出力する。
- [0079] 以上のように、本発明の第4の実施形態に係る移動通信システム及び局間伝送方法によれば、無線回線で用いられるDSRCシステムのTDMAフレーム伝送フォーマットを局間伝送路にもそのまま用いることにより、移動局からの受信信号が存在しない制御用スロットのタイミングを利用してTDMAフレーム周期で定期的に監視データを無線基地局から通信制御局に伝送することが可能となる。
- なお、上述した無線基地局監視方法は、TDMAフレーム内に下り回線にのみ割り当てられたタイムスロットを有するTDMA方式を用いる通信システムであれば、同様に適用可能である。
- [0080] (第5の実施形態)
- 図15は、本発明の第5の実施形態に係る移動通信システムの構成を示す図である。図16は、制御部18の詳細な構成を示す図である。図15において、第4の実施形態に係る移動通信システムは、基地局を構成する通信制御局80及び複数の無線基

地局100-1～100-nと、移動局30とで構成される。通信制御局10と複数の無線基地局100-1～100-nは、それぞれ上り及び下りの局間伝送路40-1～40-nで接続されている。この複数の無線基地局100-1～100-nは、それぞれ上記第1～第4の実施形態で説明した無線基地局20、50、60又は70のいずれかと同様の構成である。通信制御局80は、制御部18と、複数の無線基地局100-1～100-nにそれぞれ対応した複数のラインドライバ12-1～12-n及び複数のラインレシーバ13-1～13-nとを備える。

- [0081] 図16において、制御部18は、情報保持部110と、複数の無線基地局100-1～100-nにそれぞれ対応した複数の下り伝送データ生成部111-1～111-nと、タイミング信号生成部112と、複数の無線基地局100-1～100-nにそれぞれ対応した複数の受信処理部113-1～113-nと、有効系統設定部181と、系統選択部182とを備える。
- [0082] 図15及び図16で示すように、第5の実施形態に係る移動通信システムは、通信制御部80をn個の無線基地局100-1～100-nに対応させた構成の移動通信システムであり、上記第1の実施形態に係る移動通信システムの制御部11に対して、有効系統設定部181及び系統選択部182の構成が異なる。以下、参照符号が同一の構成についてはその説明を省略し、異なる構成部分を中心に第5の実施形態に係る移動通信システムを説明する。なお、複数の無線基地局100-1～100-nは全て同じ処理を行うため、これら複数の共通事項を説明する場合には、枝番号を省略して無線基地局100と記述することとする。この記述は、下り伝送データ生成部111-1～111-n、受信処理部113-1～113-n及び局間伝送路40-1～40-nについても同様とする。
- [0083] タイミング信号生成部112は、FCMCペイロードデータを解析してTDMAフレームのスロット構成やフレーム周期を認識し、今から入力される上り伝送データ中にどのチャネルの情報が含まれているのかを示すチャネル種別信号を、受信処理部113へ出力する。また、タイミング信号生成部112は、認識したフレーム周期とスロット構成とに従って、基準タイミング信号S0に基づいて上り伝送データ中に含まれるMDCやACKC等のユニークワードが入力される可能性のあるタイミング(UW検出有効区間)

を判別して、そのタイミングを示すUW検出窓信号を受信処理部113へ出力する。

- [0084] 受信処理部113は、タイミング信号生成部112から与えられるUW検出有効区間を示すUW検出窓信号とチャネル種別信号とに基づいて、無線基地局100から送信されてくる上り伝送データのFCMCやMDC等のユニークワードを検出してペイロードを抽出する。そして、受信処理部113は、ユニークワード検出信号UWDETを有効系統設定部181へ、情報データ及び誤り情報を系統選択部182へ出力する。次に、受信処理部113は、抽出したペイロードに対してデータスクランブル解除や誤り検出／誤り訂正等の所定の処理を施し、このペイロードから誤り訂正符号や誤り検出符号等の冗長成分を除いた情報データと、誤り検出／誤り訂正処理によって得た誤りの有無や推定誤りビット数を示す誤り情報を生成する。そして、受信処理部113は、それらを系統選択部182へ出力する。
- [0085] 有効系統設定部181は、複数の受信処理部113-1～113-nから最も早く入力されたユニークワード検出信号UWDETを基準として、このUWDETの入力時刻から所定時間内を有効区間として、この有効区内にUWDETを入力してきた受信処理部113を選択候補として有効とする。そして、有効系統設定部181は、複数の受信処理部113-1～113-nのうち、どれだけの受信処理部が選択候補として有効であるかを示す有効系統信号を系統選択部182に入力する。系統選択部182は、有効系統設定部181から入力された有効系統信号を基に、複数の受信処理部113-1～113-nのうち選択候補として有効な受信処理部113から入力される複数の誤り情報を比較して、誤りが無い又は推定誤り数の最も少ない受信処理部113-i(iは1～nのいずれか)を選択する。そして、系統選択部182は、選択した受信処理部113-iから受けた情報データを選択情報データとして、情報保持部110へ出力する。また、系統選択部182は、選択した情報データに付加されているCRC符号をチェックして、MDCが正常に受信できたか否かを判定する。そして、系統選択部182は、MDCが正常に受信できた場合にはACK信号を、MDCが正常に受信できなかった場合にはNACK信号を、各下り伝送データ生成部111-1～111-nへ与える。なお、AIRIB STD-T75のQPSK方式では、MDCペイロードは、複数の誤り訂正ブロックから構成されている。従って、系統選択部182は、上述した選択動作を誤り訂正ブロ

ック毎に行う。

- [0086] 本第5の実施形態では、所定の有効区間を設けることで、必ずしも全ての受信処理部113を対象とせずに系統選択部182における選択動作を行っている。従って、サービスエリアの長さが大きくなつた場合にも、系統選択部182での処理遅延を一定に抑えることができる。以下、このことを図17を用いて説明する。図17は、本発明と従来技術とにおける、無線基地局100でMDCパケットが受信されてからACKCパケットが送信されるまでの時間の違いを示したものである。
- [0087] 図19のように、サービスエリアが横長で無線基地局100-1と無線基地局100-nとのアンテナ間の距離がL[m]であったとする。この時、無線ゾーンnで移動局30から送信されたMDCパケットの到着時間は、無線基地局100-1と無線基地局100-nとで約 L/C 秒(Cは光速)の時間差が生じる。この到着時間差をTpと表す。全ての無線基地局100は同じ動作を行うので、受信処理遅延はほぼ同じRXdである。また、局間伝送路40の長さが無線基地局100ごとに異なる場合でも、無線基地局100の上り伝送路遅延調整部531で調整されるので、上り伝送データは、無線基地局100の到着時間差Tpがほぼ保たれた状態で各々の受信処理部113で受信される。従つて、もし全ての無線基地局100の上り伝送データを有効なデータとして扱うと、最も遅く入力された受信処理部113-1のデータ処理が済むまで系統選択部182の動作が完了しないため、BSU処理遅延は、図17(h)に示すように、無線基地局100が1つしかない場合の処理遅延Tb1に比べて到着時間差Tp分余計にかかってしまう。従つて、サービスエリアの長さLが大きくなればなるほど、BSUの処理遅延が増加するので、局間伝送路の伝送路遅延に割り振れる時間が短くなつてしまい、局間伝送距離を延ばすことができなくなる。
- [0088] 本第5の実施形態では、系統選択部182における選択動作に有効区間を設けているので、サービスエリアの長さが大きくなつた場合にも、系統選択部182での処理遅延を一定に抑えることができるため、上記のような問題が生じない。なお、有効系統設定部181が有効区間として定める所定時間は、例えば、1つの無線基地局100のみでカバーされるゾーン長に応じて定めればよい。例えば、図19のように、各無線基地局100が自局で確実に正常受信できる小無線ゾーンを定め、その小無線ゾーンを

連結させて1つの大無線ゾーンを形成している場合、隣接ゾーンに位置する移動局からのパケットを正常に受信できる確率はある程度高いと考えられるが、次隣接以降のゾーンに位置する移動局からのパケットを正常に受信できる確率は、正常受信できない確率に比べてかなり低くなると考えられる。従って、このような場合には、1つの無線基地局100のみでカバーされるゾーン長の2～3倍程度の伝搬距離差までの到着時間差Tpを考慮して有効区間を定めればよい。

- [0089] なお、有効系統設定部181が有効区間として定める所定時間は、実際の局間伝送路の伝送路長が予め定めたシステム上割り振れる最大の伝送路遅延時間 τ_0 より短い場合には、複数の局間伝送路の中で最大の伝送路遅延時間と τ_0 の差だけ長く設定してもよい。こうすることにより、実際の伝送路遅延に応じた最多の無線基地局数をダイバーシチ受信に使用できる。
- [0090] 以上のように、本発明の第5の実施形態に係る移動通信システム及び局間伝送方法によれば、有効区間を設けて処理が遅延する時間を短くすることにより、複数の無線基地局を扱う移動通信システムにおいても、上述した効果を奏することができる。
- [0091] なお、上記各実施形態では、FCMC、MDC及びACKCの伝送方法について説明したが、ARIB標準規格STD-T75で規定されているその他のチャネル(ACTC及びWCNC)についても、MDCパケットと同様にして伝送される。
- [0092] また、上記第3の実施形態で説明した下り方向のデータ伝送によってタイミングを調整する手法は、この第5の実施形態のように無線基地局100が複数ある場合に大きな効果を発揮する。複数の無線基地局100の間で遅延調整誤差が生じないならば、標準のターンアラウンド時間Tに加えて、規格で定められた許容誤差 ΔT_{abs} の一部を伝送路遅延に割り振れる。しかし、実際には図18に示すように遅延調整誤差 ΔT が生じるので、最大誤差 $2\Delta T$ 分だけ伝送路遅延に割り振れる許容誤差が目減りする。よって、各無線基地局100で下り伝送データの出力タイミングを調整することで、効果的に誤差を抑えることが可能となる。

産業上の利用可能性

- [0093] 本発明の局間伝送方法は、基地局から移動局へ所定の時間内に応答信号を返送する必要があるTDMA方式を用いた移動通信システム等に利用可能であり、例えば

ARIB標準規格STD-T75に則ったDSRCシステム等に有用である。

請求の範囲

- [1] 移動局と、移動局からのパケット受信に応じた応答パケットをTDMA方式を用いて同一タイムスロット内に移動局へ返送する基地局とで構成される、移動通信システムにおいて実行される局間伝送方法であって、

前記基地局は、

前記移動局から受信する上りパケット信号を復調して上り伝送データを抽出し、また前記移動局へ送信する下り伝送データを変調して下りパケット信号を生成する少なくとも1つの無線基地局、

前記少なくとも1つの無線基地局から前記上り伝送データを受信し、上り伝送データに対応する下り伝送データを生成して、前記少なくとも1つの無線基地局へ送信する通信制御局、及び

前記少なくとも1つの無線基地局と前記通信制御局とを有線接続する少なくとも1つの局間伝送路を構成に含み、

前記少なくとも1つの無線基地局において、前記少なくとも1つの無線基地局と前記移動局との間の無線回線で用いられるTDMAフレームフォーマットの状態で、前記上り伝送データを前記通信制御局へ送信し、

前記通信制御局において、前記少なくとも1つの無線基地局から受信される前記上り伝送データを、前記TDMAフレームフォーマットの状態で処理することを特徴とする、局間伝送方法。

- [2] 前記通信制御局において、前記TDMAフレームフォーマットの状態で、前記下り伝送データを前記少なくとも1つの無線基地局へ送信し、

前記少なくとも1つの無線基地局において、前記通信制御局から受信される前記下り伝送データを、前記TDMAフレームフォーマットの状態で処理することをさらに特徴とする、請求項1に記載の局間伝送方法。

- [3] 前記通信制御局において、所定の通信制御局送信クロックに基づいて前記下り伝送データを送出し、

前記少なくとも1つの無線基地局において、

前記通信制御局から受信する前記下り伝送データから、前記通信制御局送信ク

ロックに同期した無線基地局受信クロックを再生し、

前記無線基地局受信クロックを用いて、前記下り伝送データを処理することをさらに特徴とする、請求項2に記載の局間伝送方法。

- [4] 前記少なくとも1つの無線基地局において、PLL制御を用いて前記無線基地局受信クロックを再生することをさらに特徴とする、請求項3に記載の局間伝送方法。

- [5] 前記通信制御局において、前記通信制御局送信クロックをn倍又はn分周(nは自然数)した通信制御局受信クロックを用いて、前記上り伝送データを受信し、
前記少なくとも1つの無線基地局において、

前記無線基地局受信クロックをm倍(mは2以上の整数)した無線基地局動作クロックを生成し、

前記無線基地局動作クロックをk倍又はk分周(kは自然数)して、周期が前記通信制御局受信クロックに同期した無線基地局送信クロックを用いて、前記上り伝送データを送信し、

前記少なくとも1つの局間伝送路の長さに応じて生じる前記無線基地局送信クロックと前記通信制御局受信クロックとの位相差を、前記無線基地局動作クロック単位で調整することをさらに特徴とする、請求項3に記載の局間伝送方法。

- [6] 前記通信制御局において応答信号を送信する際、前記少なくとも1つの無線基地局へ前記応答パケットのペイロード部分のみを送信し、

前記少なくとも1つの無線基地局において、前記通信制御局からの前記ペイロード部分の到着を待つことなく、予め保持されているヘッダ情報を用いて、所定のタイミングで前記応答パケットの送信を開始することをさらに特徴とする、請求項1に記載の局間伝送方法。

- [7] 複数の前記無線基地局が、複数の前記局間伝送路を介してそれぞれ前記通信制御局に接続されており、

複数の前記無線基地局は、それぞれ、前記局間伝送路の長さに応じて生じる下り伝送路遅延と所定の伝送路遅延との遅延時間差を、無線基地局動作クロック単位で調整することをさらに特徴とする、請求項3に記載の局間伝送方法。

- [8] 複数の前記無線基地局が、複数の前記局間伝送路を介してそれぞれ前記通信制

御局に接続されており、

前記通信制御局において、

所定のスロット毎に、複数の前記無線基地局からそれぞれ出力される前記移動局から受けた同一パケットに対応した複数の上り伝送データを受信し、

最初に受信した前記パケットに対応した上り伝送データの受信タイミングを検出し

前記受信タイミングから所定の時間が経過するまでに受信した上り伝送データだけを対象に選択処理を行うことをさらに特徴とする、請求項1に記載の局間伝送方法。

[9] 前記所定の時間は、前記複数の無線基地局によってカバーされるエリアの長さに応じて決定されることを特徴とする、請求項8に記載の局間伝送方法。

[10] 前記所定の時間は、前記複数の局間伝送路のうちの最も長い局間伝送路の距離に応じて決定されることを特徴とする、請求項8に記載の局間伝送方法。

[11] 前記通信制御局において、前記TDMAフレーム中の送出すべきチャネルデータパケットが存在しない区間に、前記無線基地局受信クロックを再生するためのダミーデータを挿入した前記下り伝送データを送出することを特徴とする、請求項3に記載の局間伝送方法。

[12] 移動局と、移動局からのパケット受信に応じた応答パケットをTDMA方式を用いて同一タイムスロット内に移動局へ返送する基地局とで構成される、移動通信システムにおいて実行される無線基地局監視方法であって、

前記基地局は、

前記移動局から受信する上りパケット信号を復調して上り伝送データを抽出し、また前記移動局へ送信する下り伝送データを変調して下りパケット信号を生成する少なくとも1つの無線基地局、

前記少なくとも1つの無線基地局から前記上り伝送データを受信し、上り伝送データに対応する下り伝送データを生成して、前記少なくとも1つの無線基地局へ送信する通信制御局、及び

前記少なくとも1つの無線基地局と前記通信制御局とを有線接続する少なくとも1

つの局間伝送路を構成に含み、

前記少なくとも1つの無線基地局において、

自局の状態を前記通信制御局に通知するための監視データを生成し、

下り回線にのみ割り当てられたスロットタイミングに合わせて、前記監視データを前記上り伝送データに時分割多重化し、

前記無線基地局と前記移動局との間の無線回線で用いられるTDMAフレームフォーマットの状態で、前記上り伝送データ及び前記監視データを前記通信制御局に送信し、

前記通信制御局において、

前記少なくとも1つの無線基地局から受信される前記上り伝送データを、前記TDMAフレームフォーマットの状態で処理し、

前記監視データによって前記少なくとも1つの無線基地局の状態を監視することを特徴とする、無線基地局監視方法。

[13] 移動局と、移動局からのパケット受信に応じた応答パケットをTDMA方式を用いて同一タイムスロット内に移動局へ返送する基地局とで構成される、移動通信システムであって、

前記基地局は、

前記移動局から受信する上りパケット信号を復調して上り伝送データを抽出し、また前記移動局へ送信する下り伝送データを変調して下りパケット信号を生成する少なくとも1つの無線基地局、

前記少なくとも1つの無線基地局から前記上り伝送データを受信し、上り伝送データに対応する下り伝送データを生成して、前記少なくとも1つの無線基地局へ送信する通信制御局、及び

前記少なくとも1つの無線基地局と前記通信制御局とを有線接続する少なくとも1つの局間伝送路を備え、

前記少なくとも1つの無線基地局は、前記移動局との間の無線回線で用いるTDM Aフレームフォーマットの状態で、前記上り伝送データを前記通信制御局へ送信し、

前記通信制御局は、前記少なくとも1つの無線基地局から受信する前記上り伝送

データを、前記TDMAフレームフォーマットの状態で処理すると共に、前記下り伝送データを前記TDMAフレームフォーマットの状態で前記少なくとも1つの無線基地局へ送信し、

前記少なくとも1つの無線基地局は、前記通信制御局から受信する前記下り伝送データを、前記TDMAフレームフォーマットの状態で処理することを特徴とする、移動通信システム。

- [14] 前記通信制御局は、

前記下り伝送データの送信タイミングを与える通信制御局送信クロック及び前記上り伝送データの受信タイミングを与える通信制御局受信クロックを生成する信号生成部と、

前記通信制御局送信クロックに基づいて、前記下り伝送データを生成して送信するデータ生成部と、

前記通信制御局受信クロックに基づいて、前記上り伝送データを受信する受信部とを備え、

前記少なくとも1つの無線基地局は、

前記通信制御局から受信する前記下り伝送データから、前記通信制御局送信クロックに同期した無線基地局受信クロック及び無線基地局送信クロックを再生する再生部と、

前記再生部で再生された前記無線基地局受信クロックを用いて前記下り伝送データを処理し、かつ前記再生部で再生された前記無線基地局送信クロックを用いて前記上り伝送データを処理する無線部とを備えることを特徴とする、請求項13に記載の移動通信システム。

- [15] 前記少なくとも1つの無線基地局は、前記少なくとも1つの局間伝送路の長さに応じて生じる、前記無線基地局送信クロックと前記通信制御局受信クロックとの位相差を調整して、システム全体の伝送遅延量を制御する調整部をさらに備えることを特徴とする、請求項14に記載の移動通信システム。

- [16] 複数の前記無線基地局が、複数の前記局間伝送路を介してそれぞれ前記通信制御局に接続されており、

前記通信制御局は、

前記受信部が、所定のスロット毎に、複数の前記無線基地局からそれぞれ出力される前記移動局から受けた同一パケットに対応した複数の上り伝送データを受信し、

最初に受信した前記パケットに対応した上り伝送データの受信タイミングを検出する検出部と、

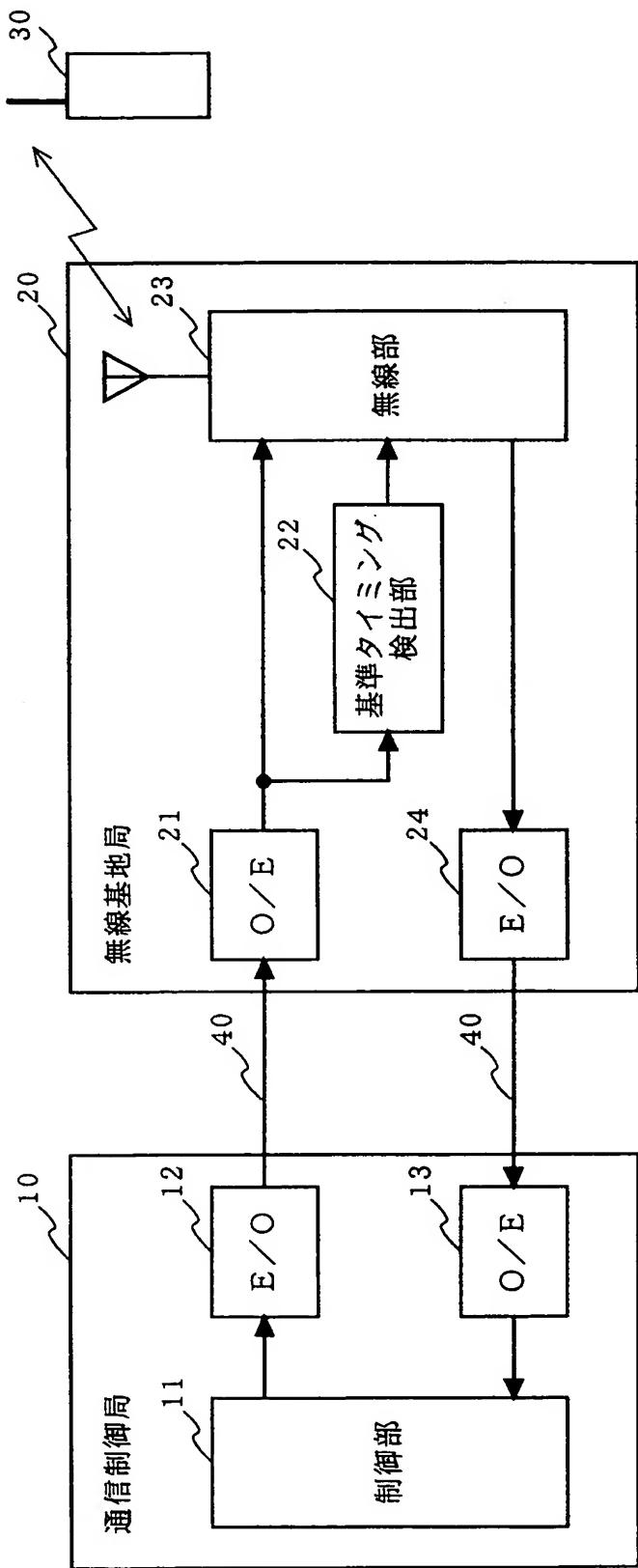
前記受信タイミングから所定の時間が経過するまでに受信した上り伝送データだけを対象に選択処理を行う選択部とをさらに備えることを特徴とする、請求項14に記載の移動通信システム。

- [17] 前記通信制御局のデータ生成部は、前記TDMAフレーム中の送出すべきチャネルデータパケットが存在しない区間に、前記無線基地局受信クロックを再生するためのダミーデータを挿入した前記下り伝送データを生成して送信することを特徴とする、請求項14に記載の移動通信システム。

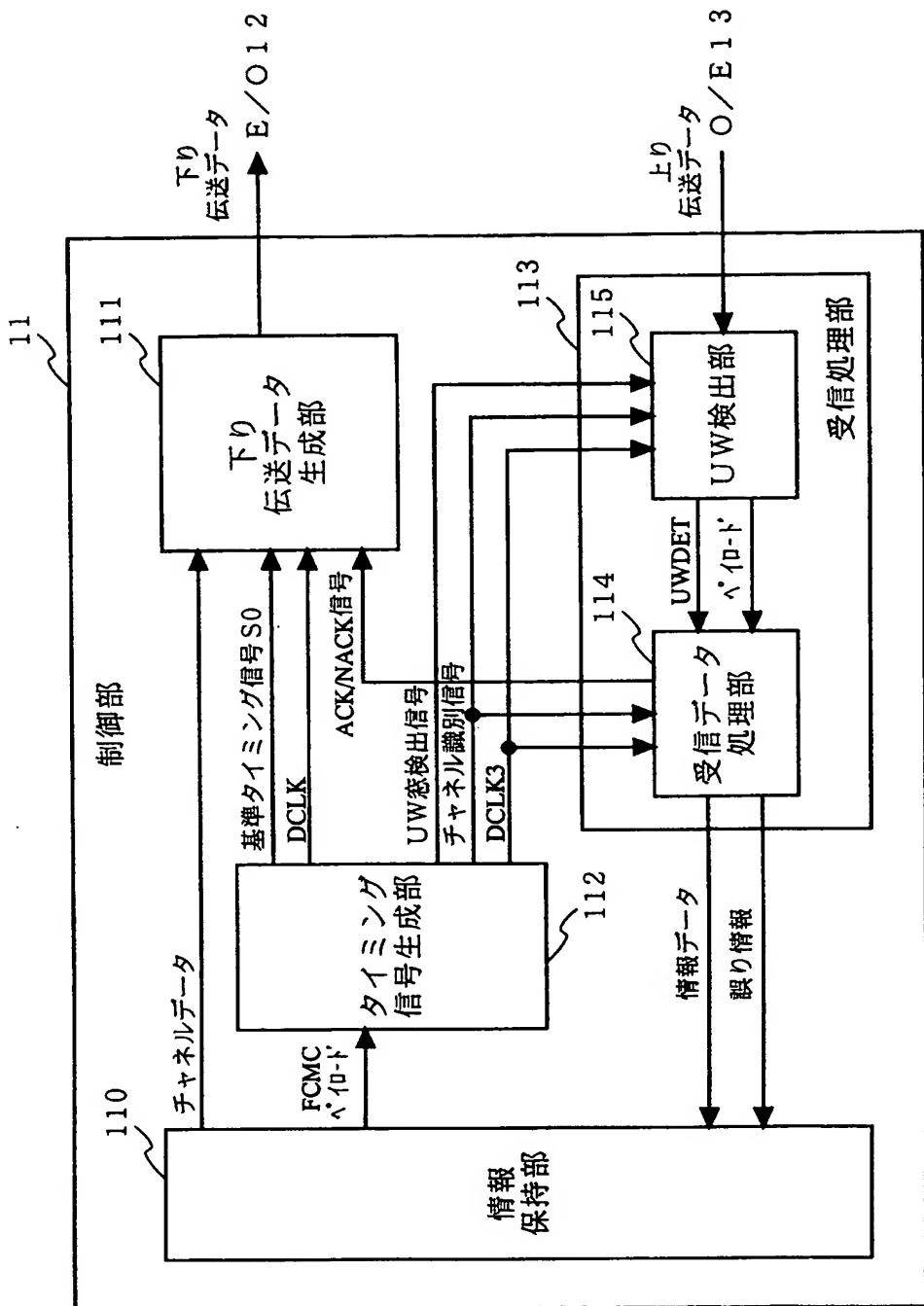
要 約 書

従来の方法に比べ所定のターンアラウンド時間の中で局間伝送路の伝送路遅延に割り振れる時間を長くして、できる限り局間伝送距離を延ばすことができる新たな局間伝送方法を提供する。無線基地局(20)は、通信制御局(10)で下り伝送データを送出する際に使用したBSU送信クロックDCLKに同期したクロックを再生する。そして、無線基地局(20)は、この再生したクロックに基づいて下り伝送データを処理する。このクロック同期により、通信制御局(10)と無線基地局(20)との間でデータフォーマット変換をする必要がなくなるため、変換準備のために伝送データを蓄積するFIFO等のバッファが不要となる。よって、従来の処理で生じていたバッファによる遅延時間を削減することができる。従って、移動通信システムのターンアラウンド時間を短くできるので、ターンアラウンド時間が固定である狭域通信等に用いる場合には、削減できた遅延時間分だけ通信制御局と無線基地局との物理的距離を延ばすことができる。

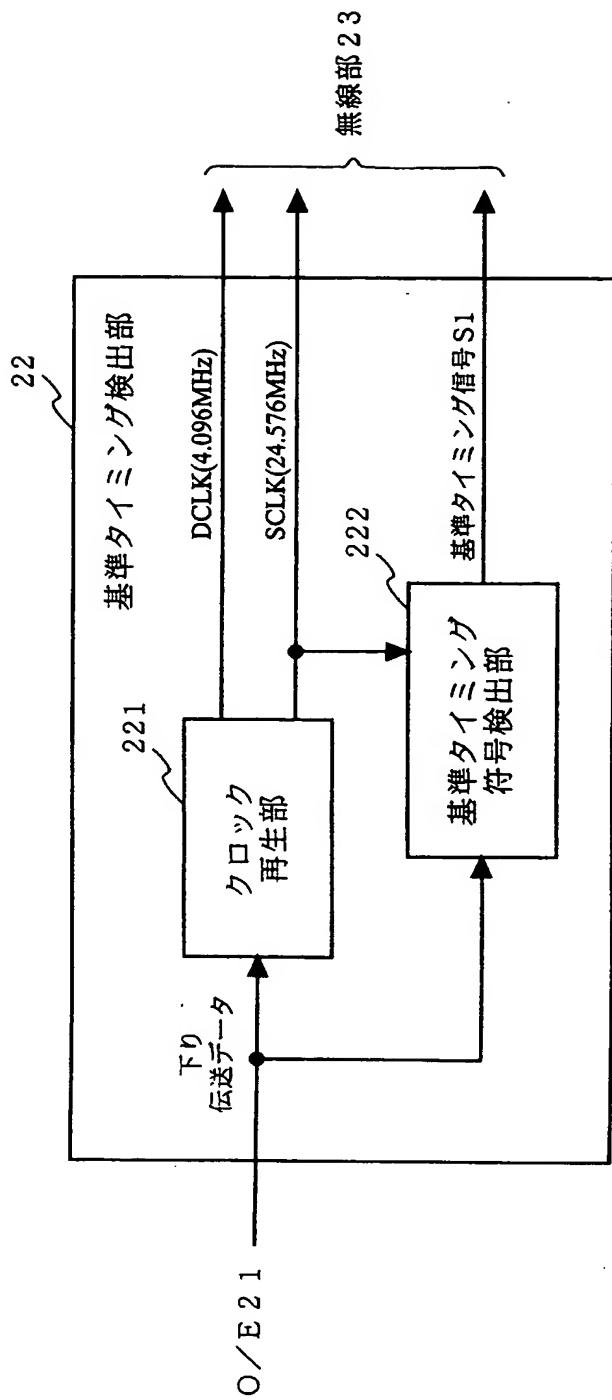
[図1]



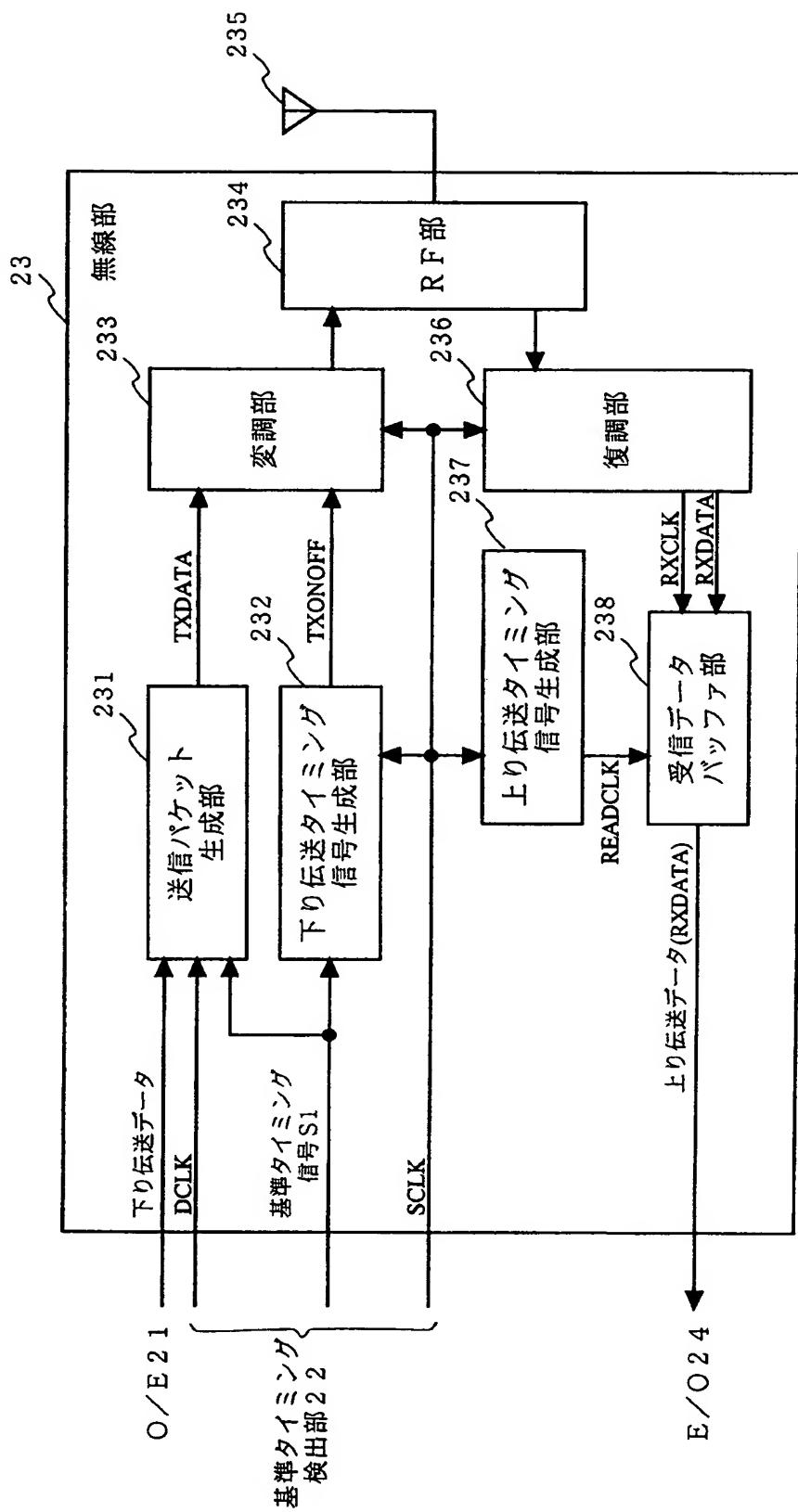
[図2]



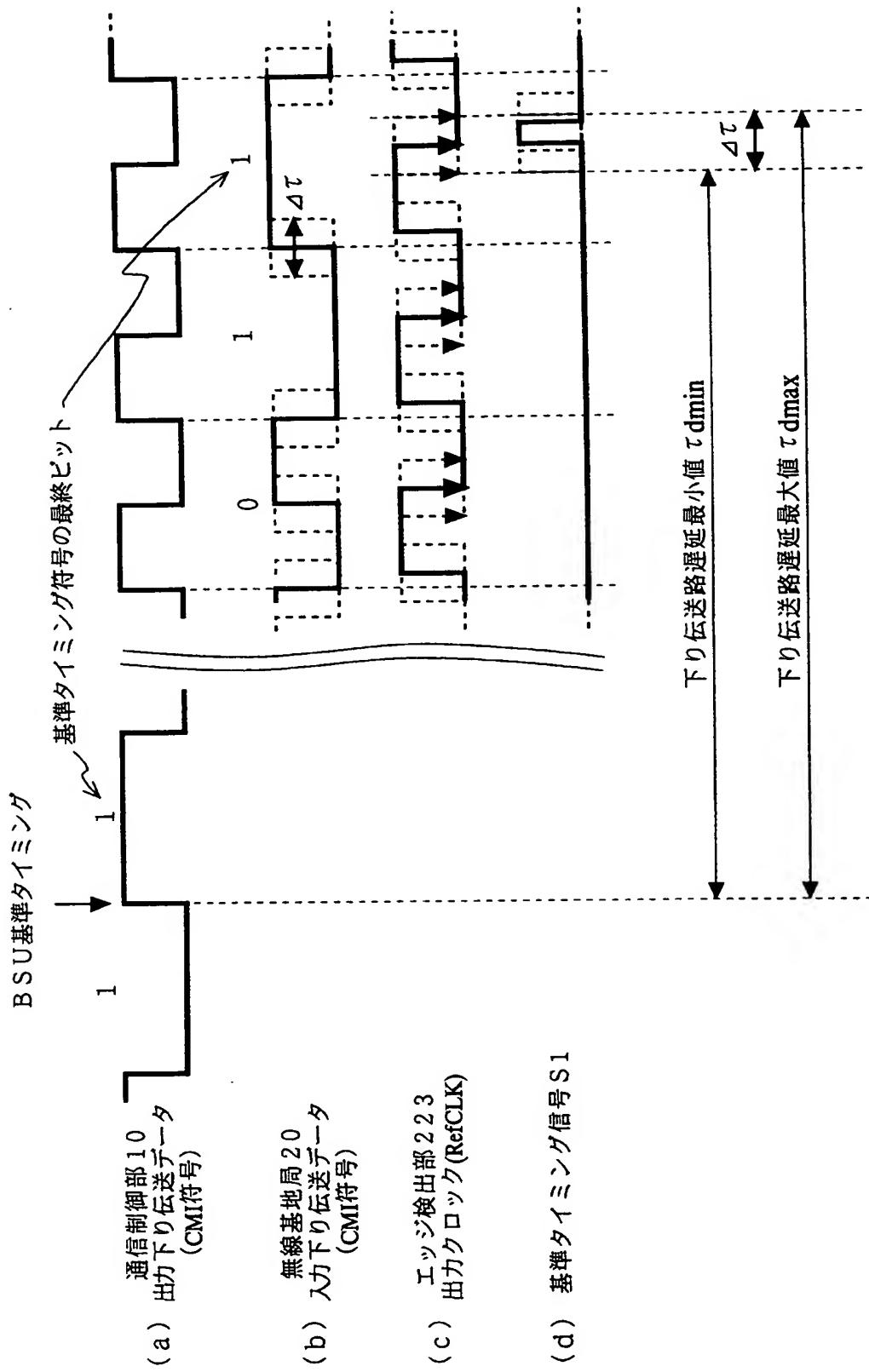
[図3]



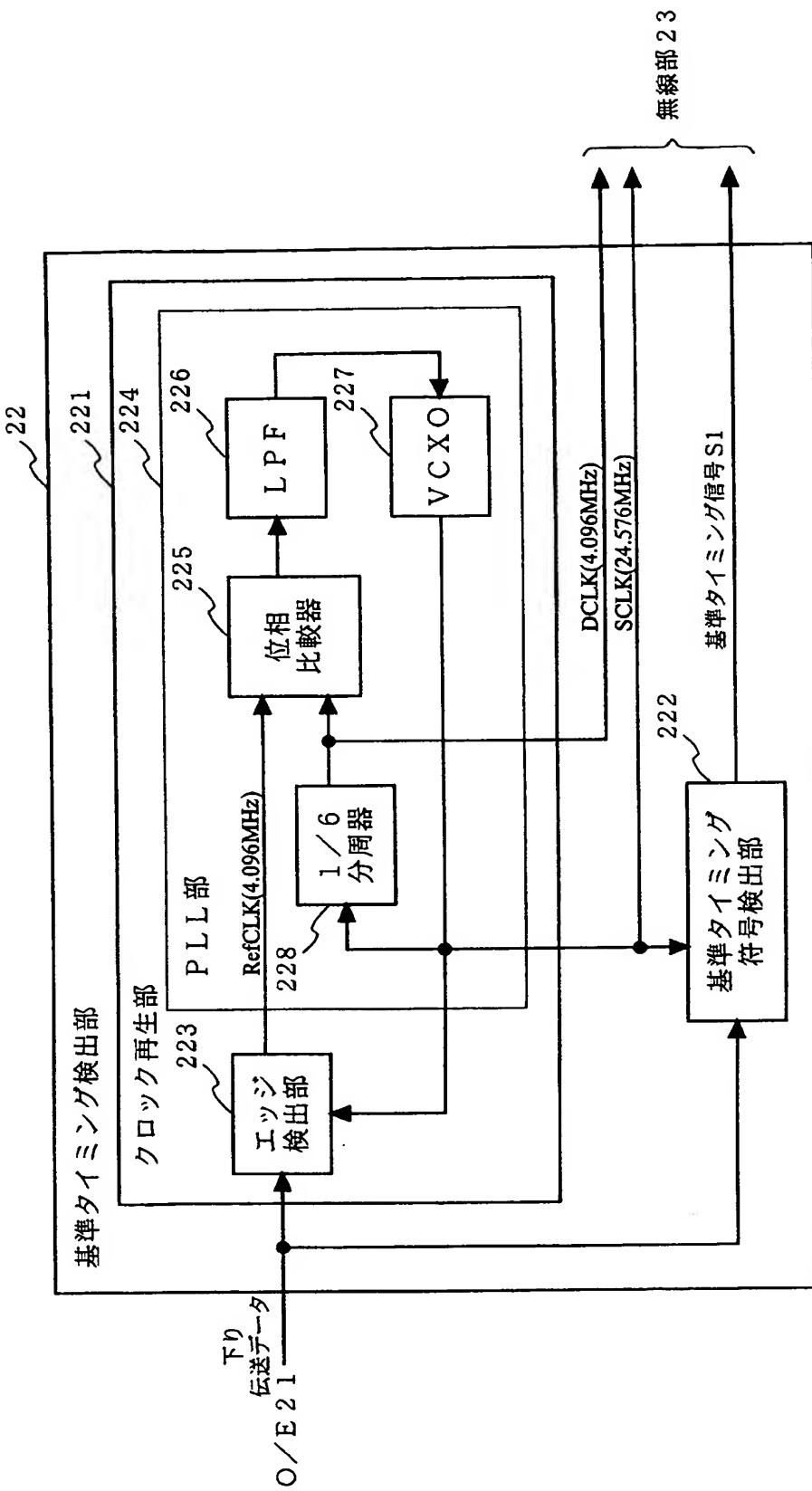
[図4]



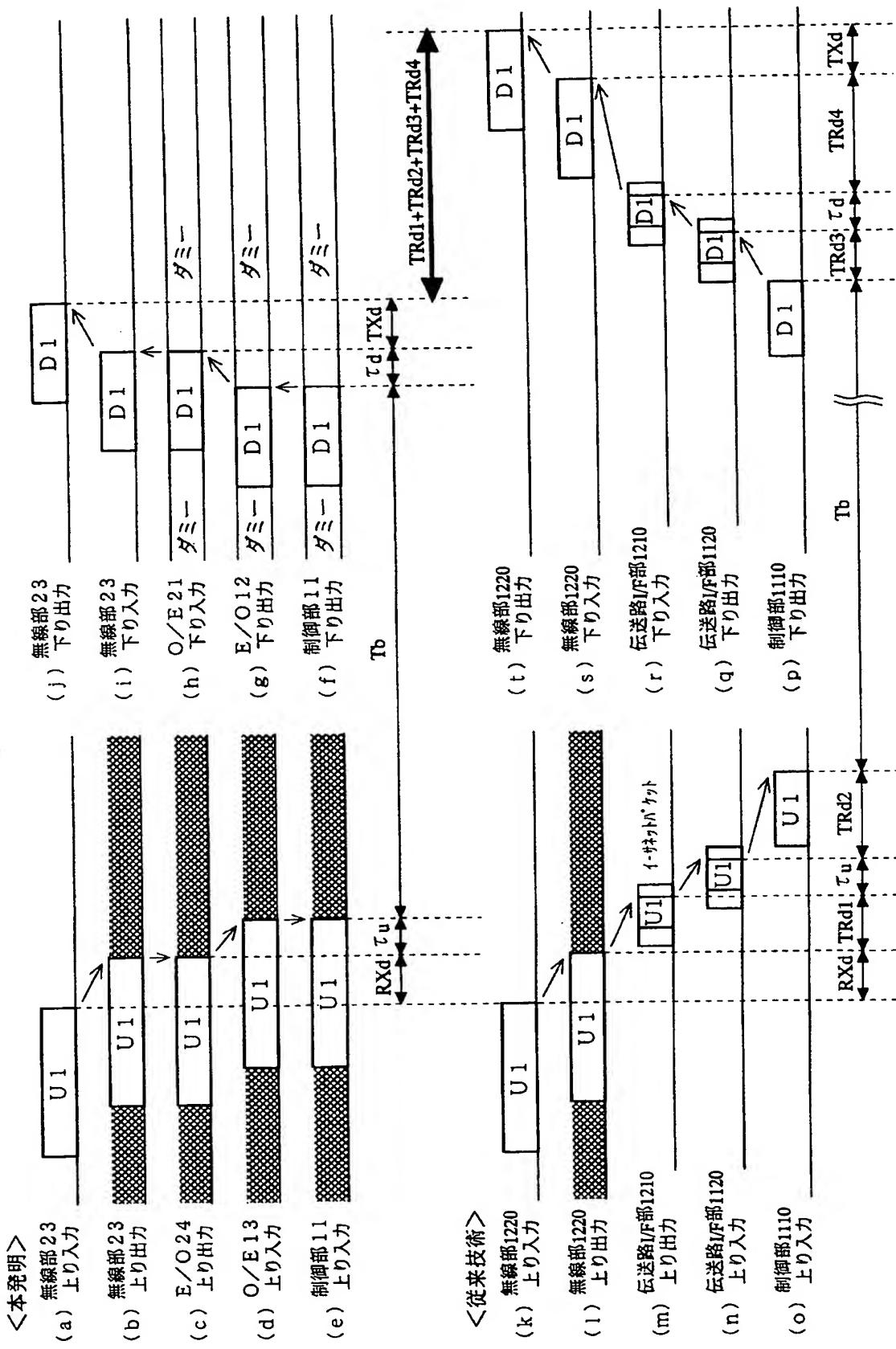
[図5]



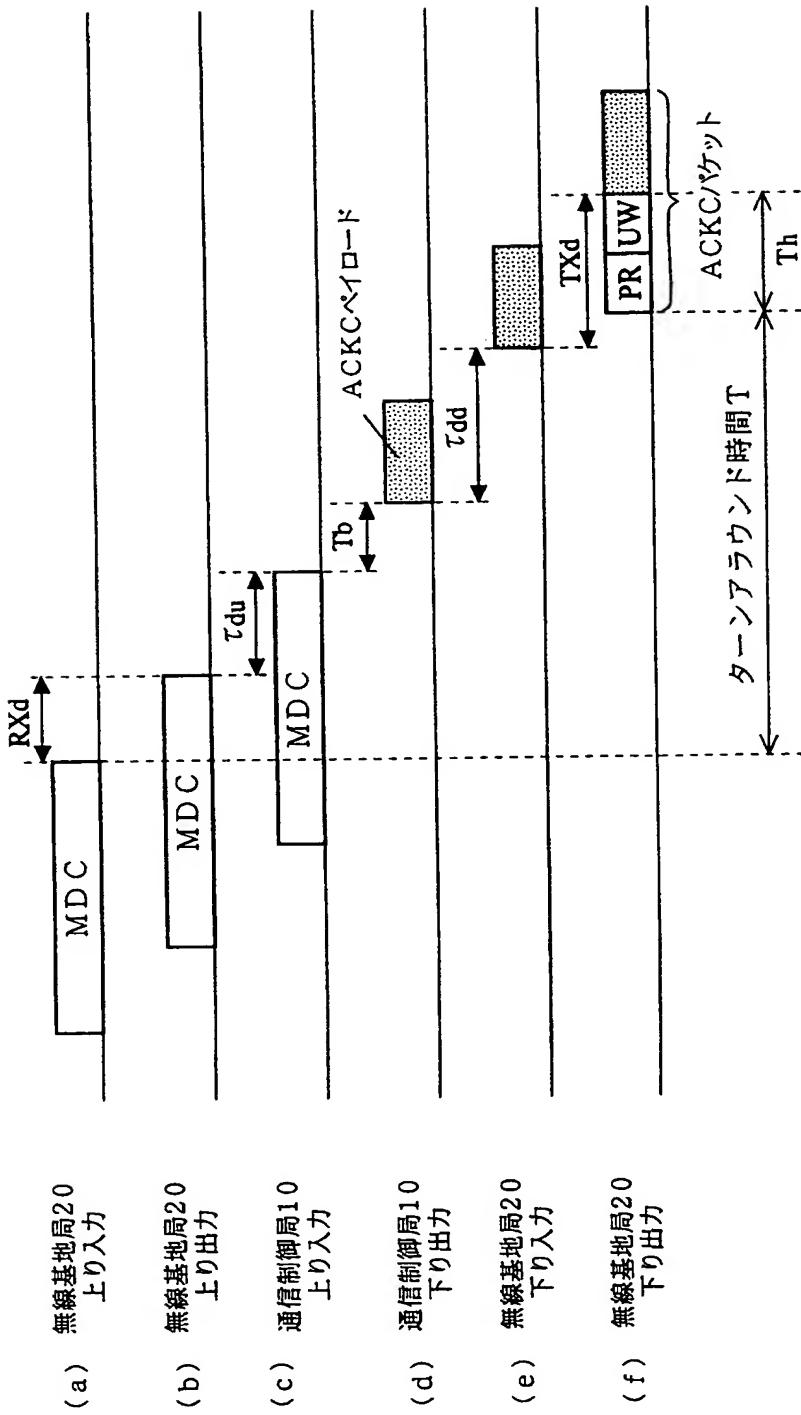
[図6]



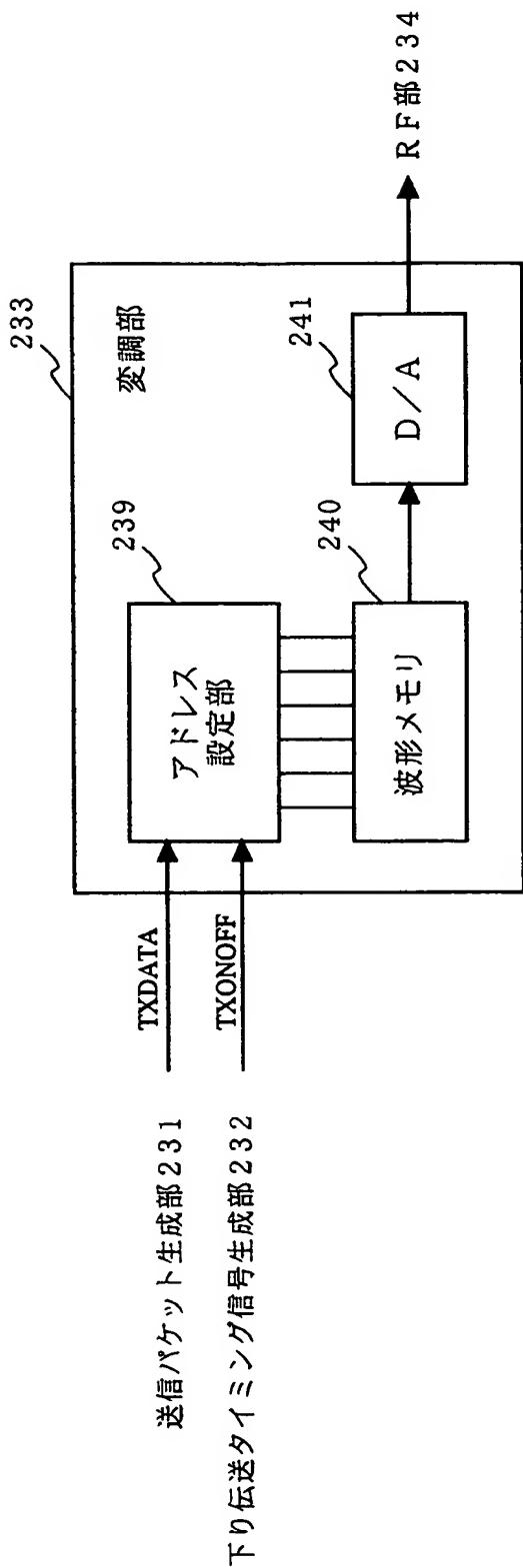
[図7A]



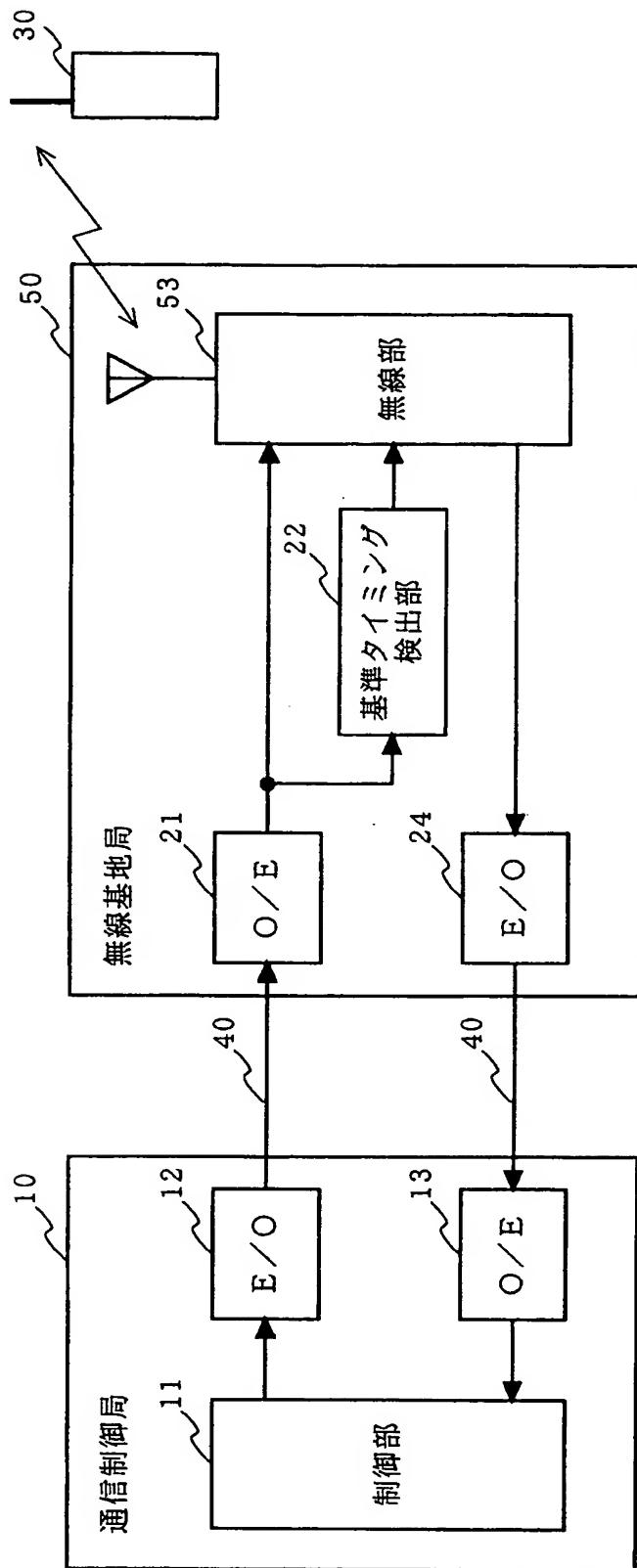
[図7B]



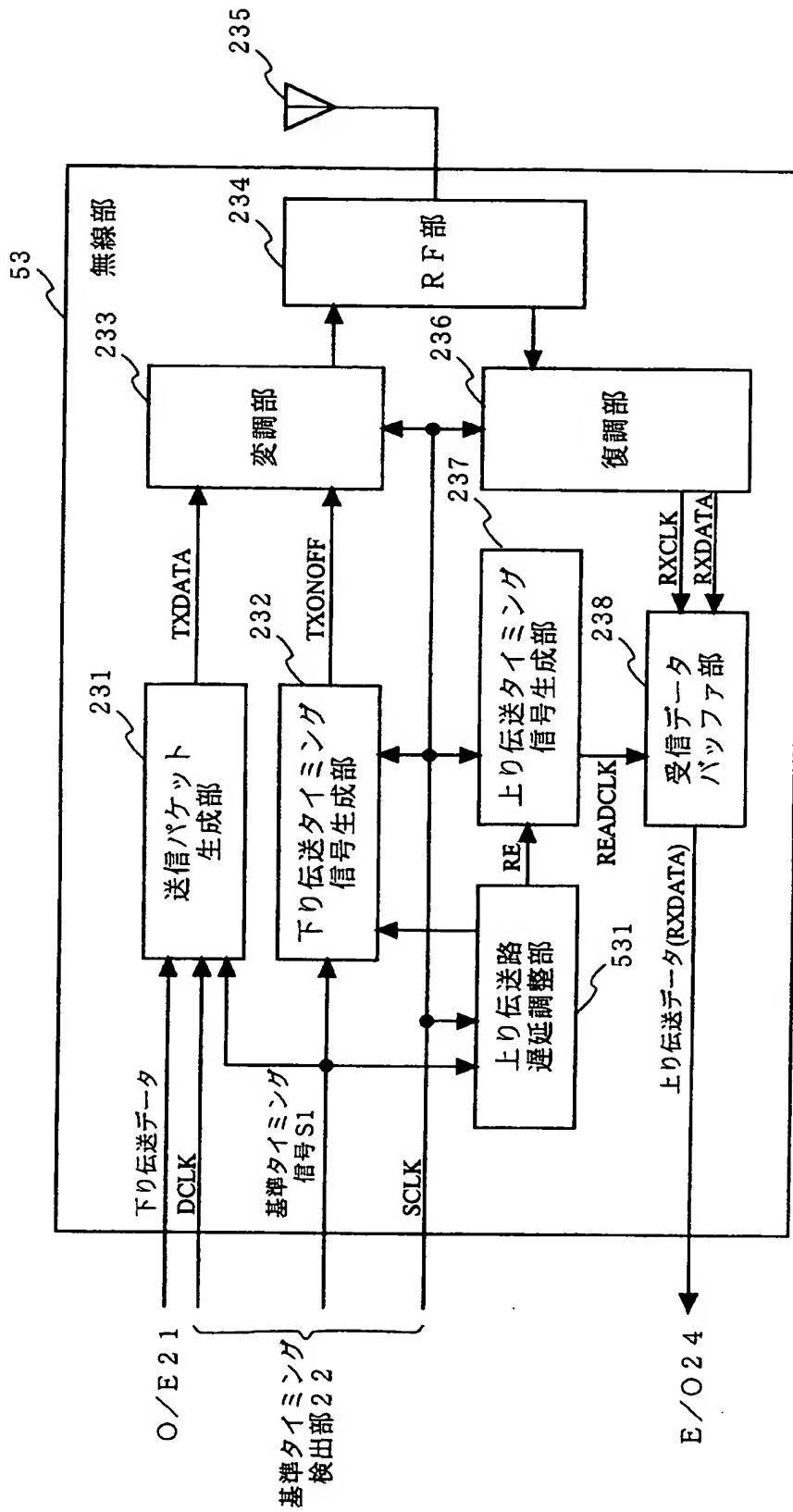
[図8]



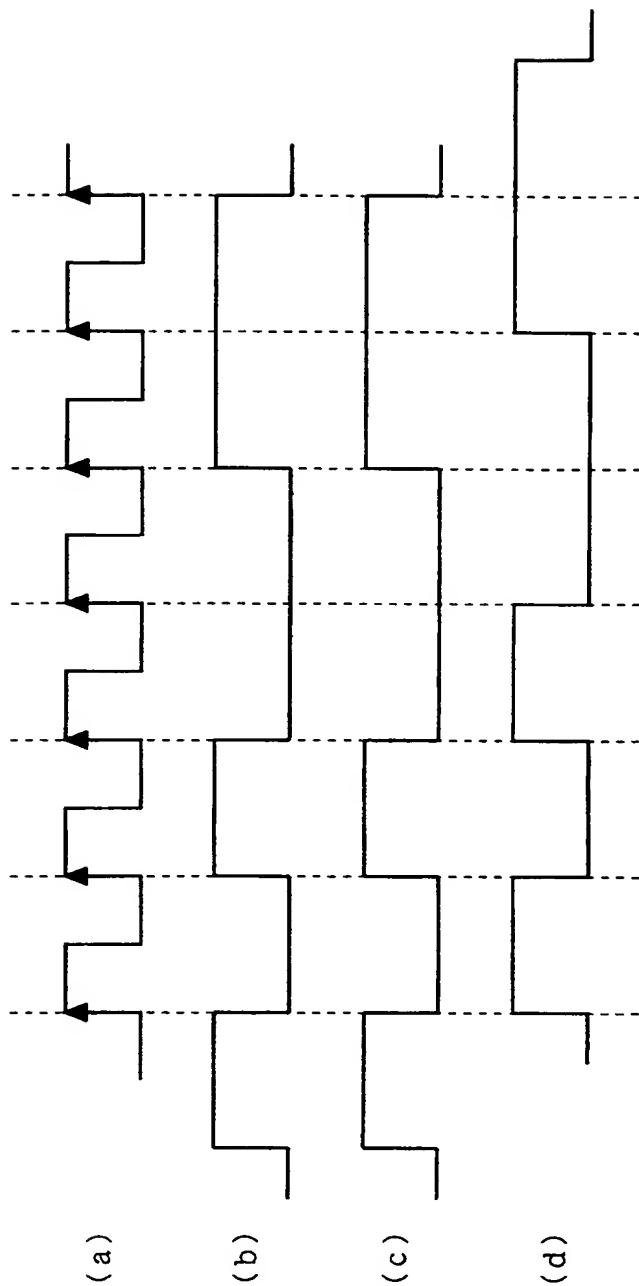
[図9]



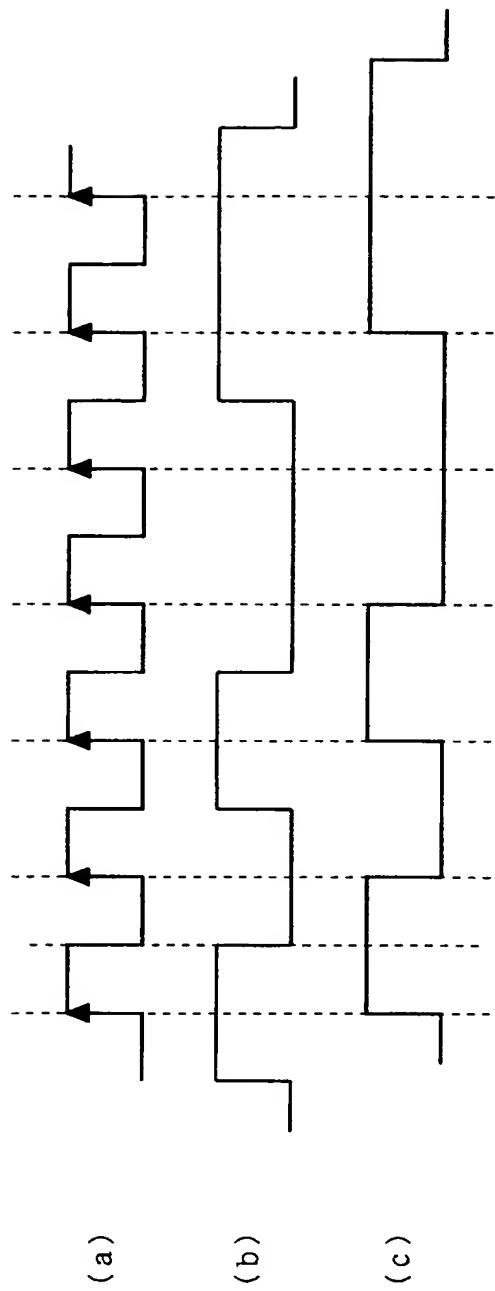
[図10]



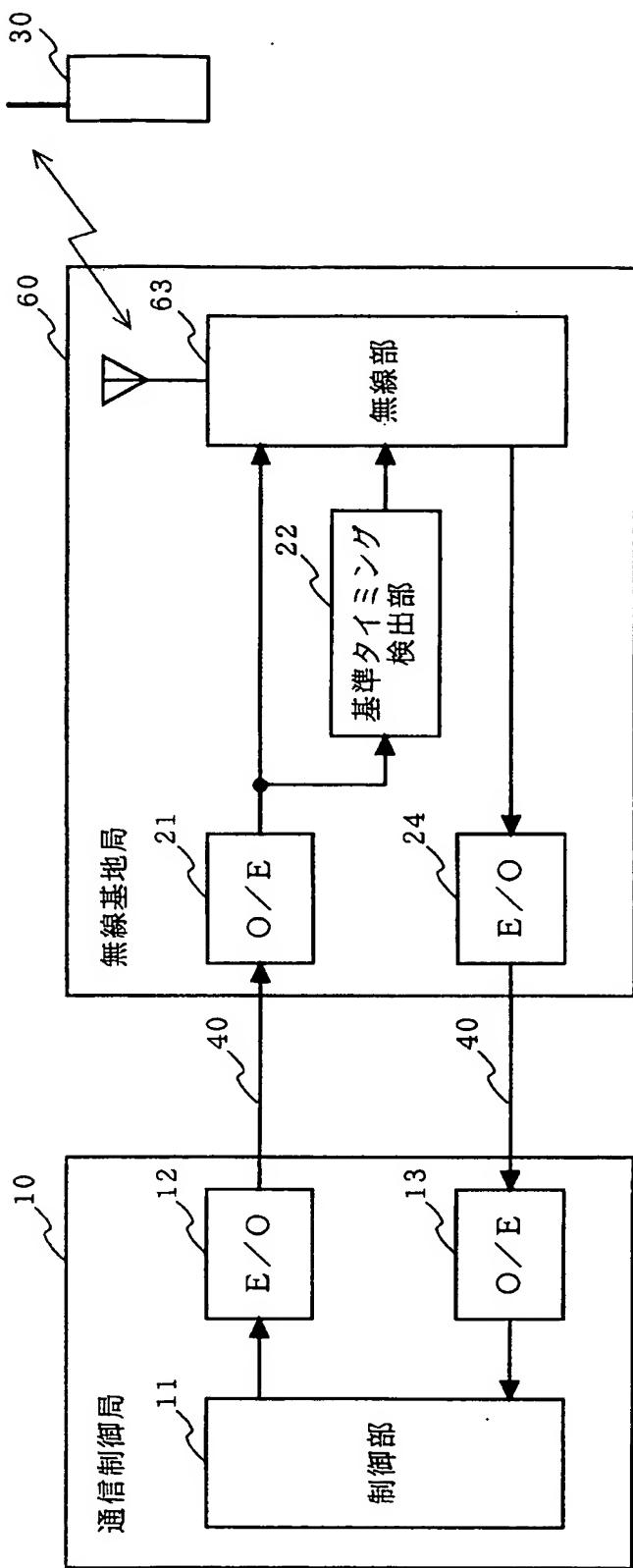
[図11A]



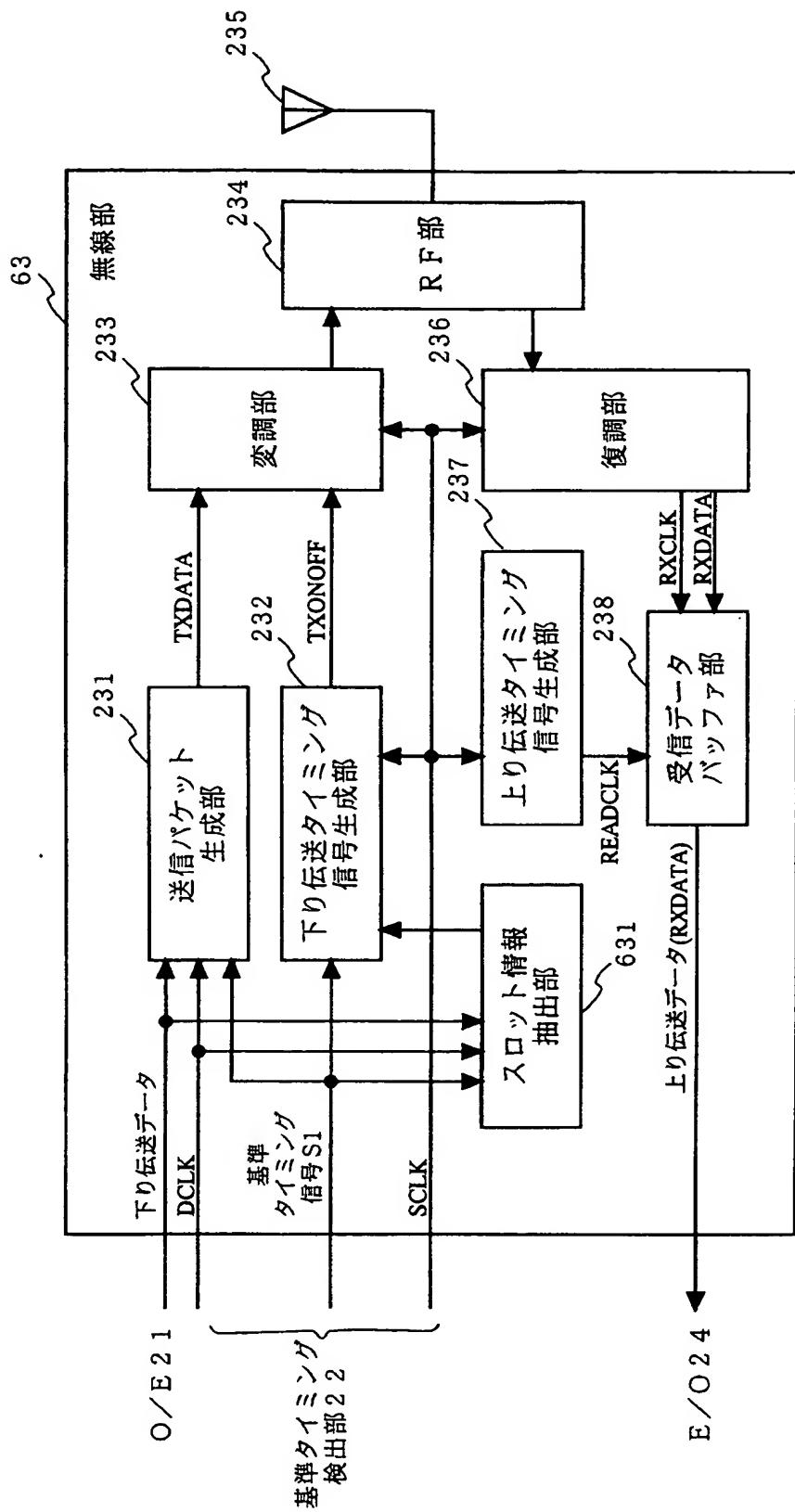
[図11B]



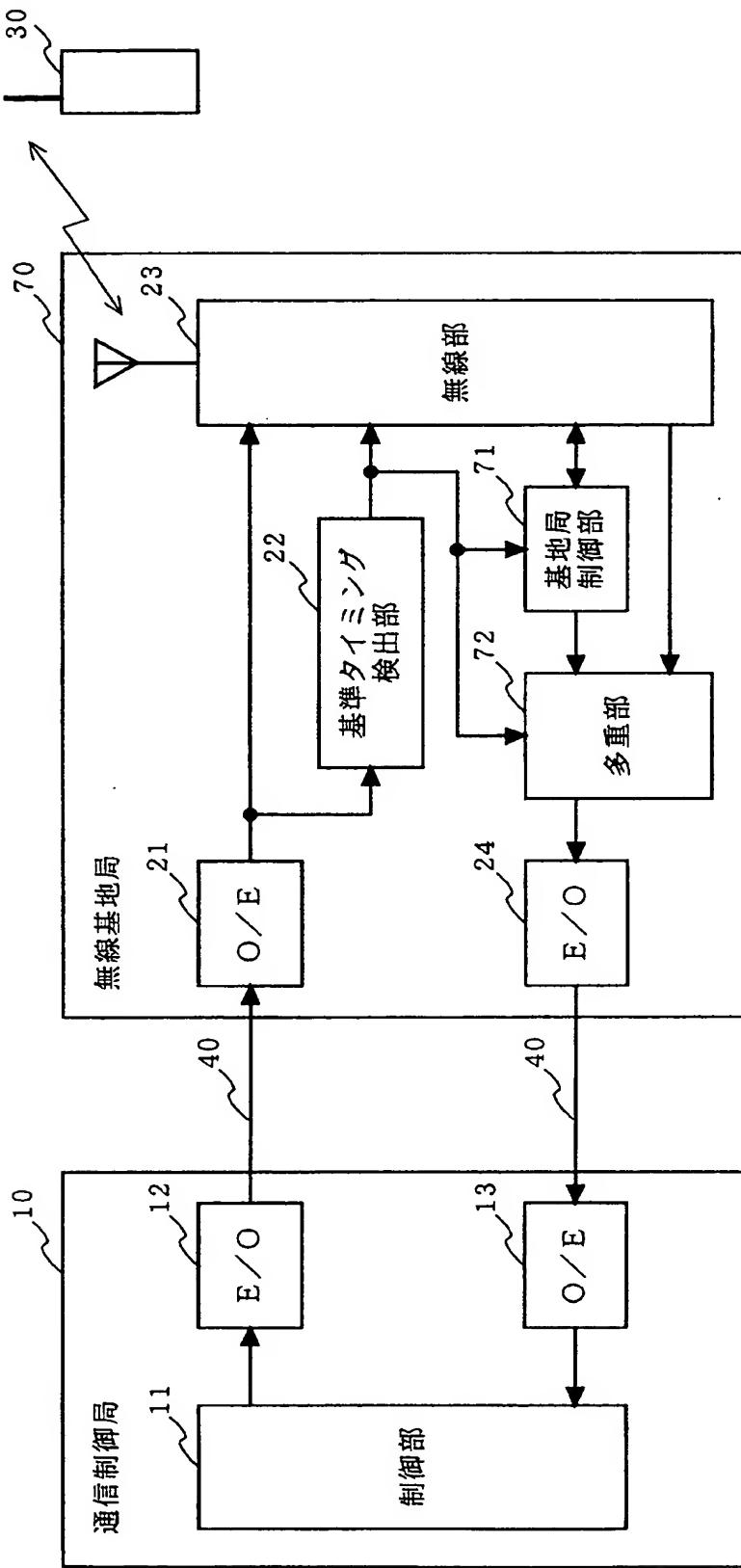
[図12]



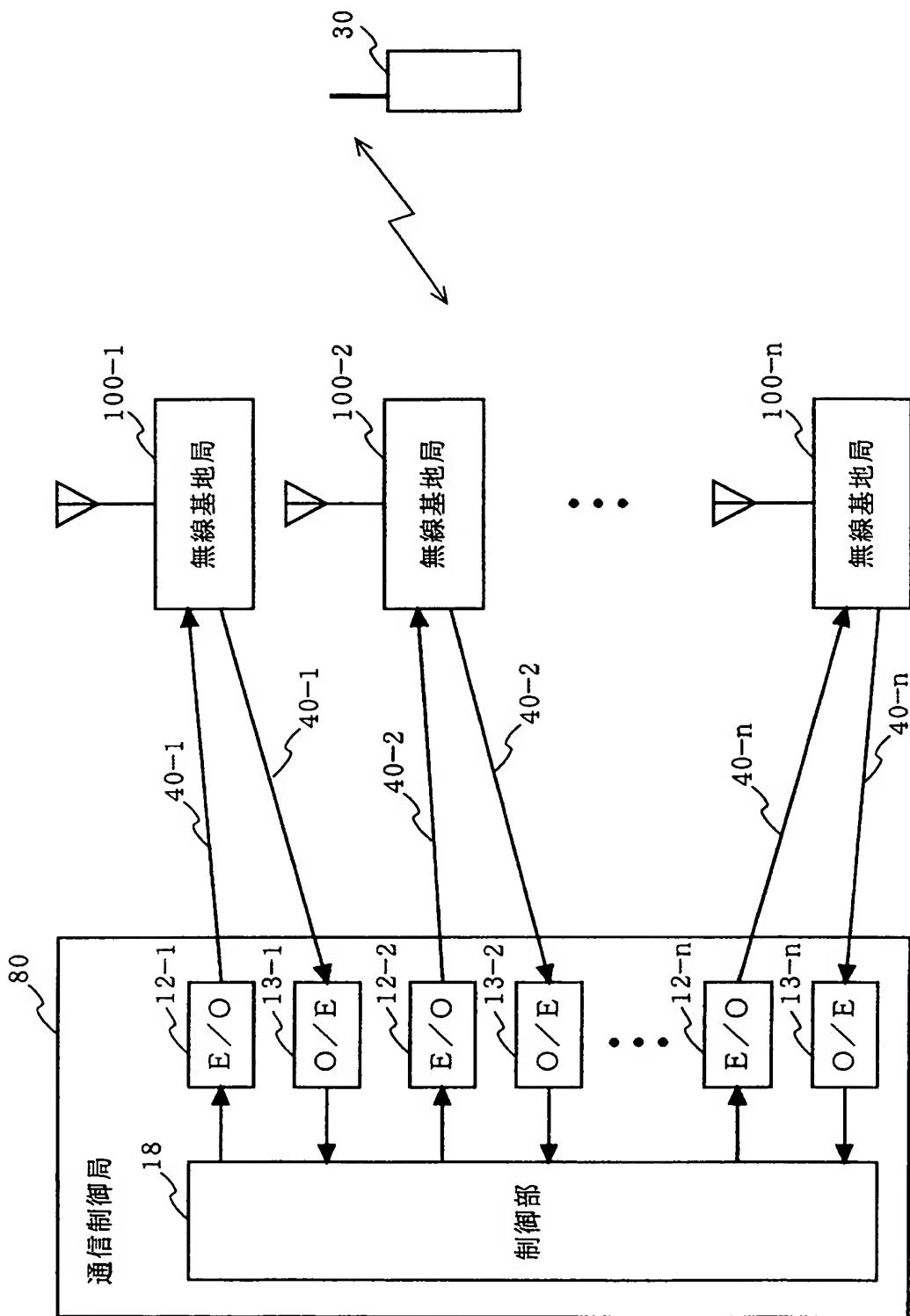
[図13]



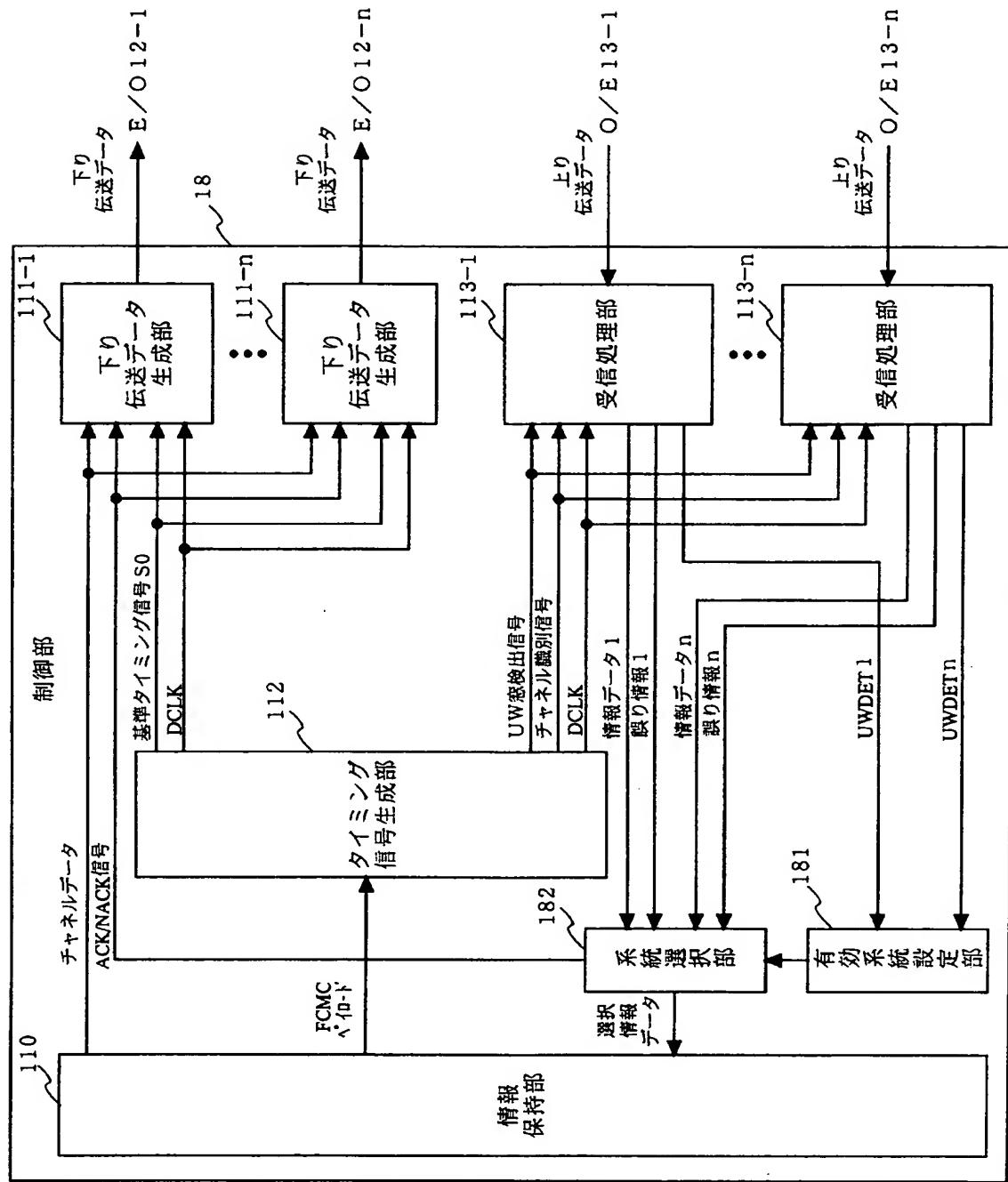
[図14]



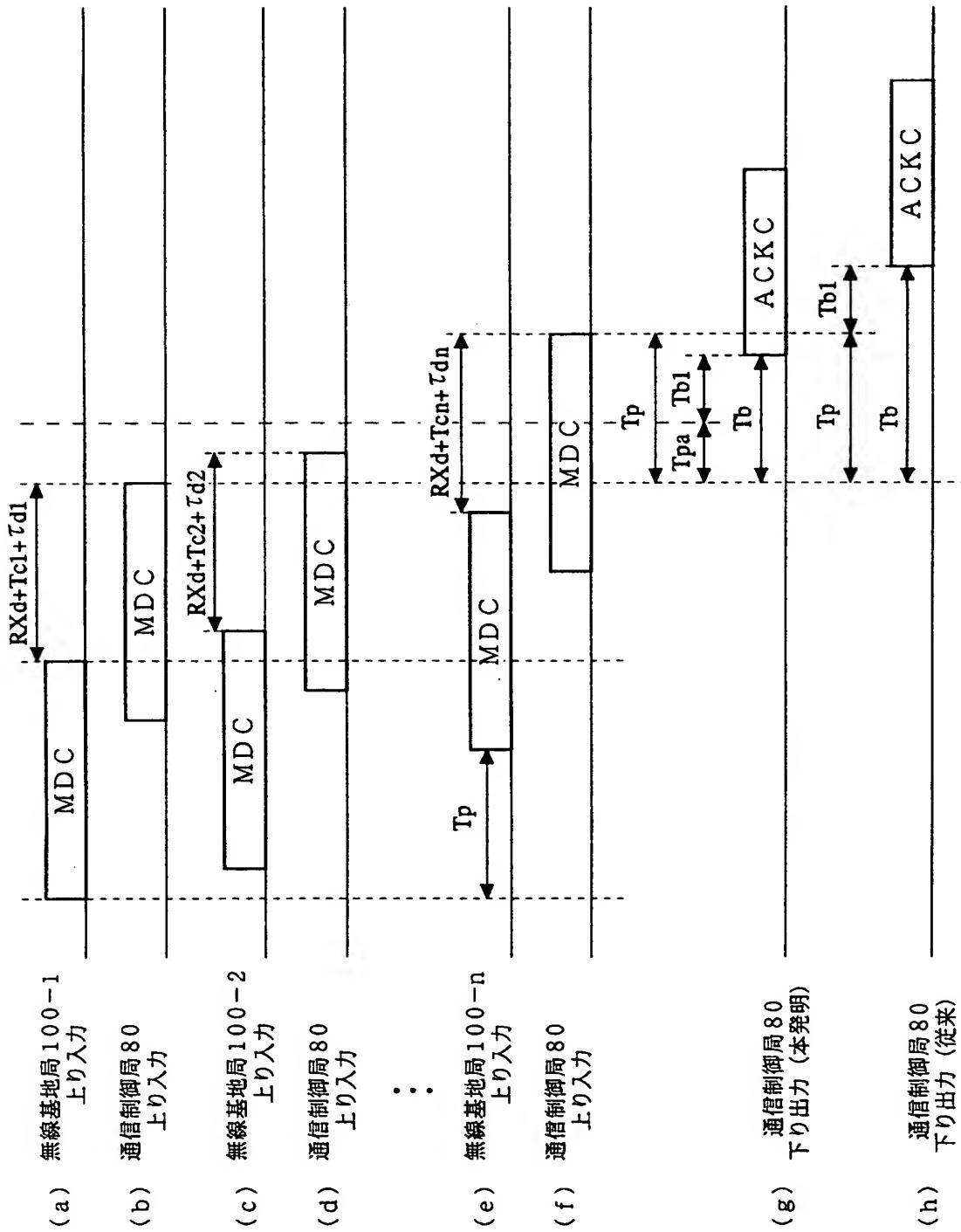
[図15]



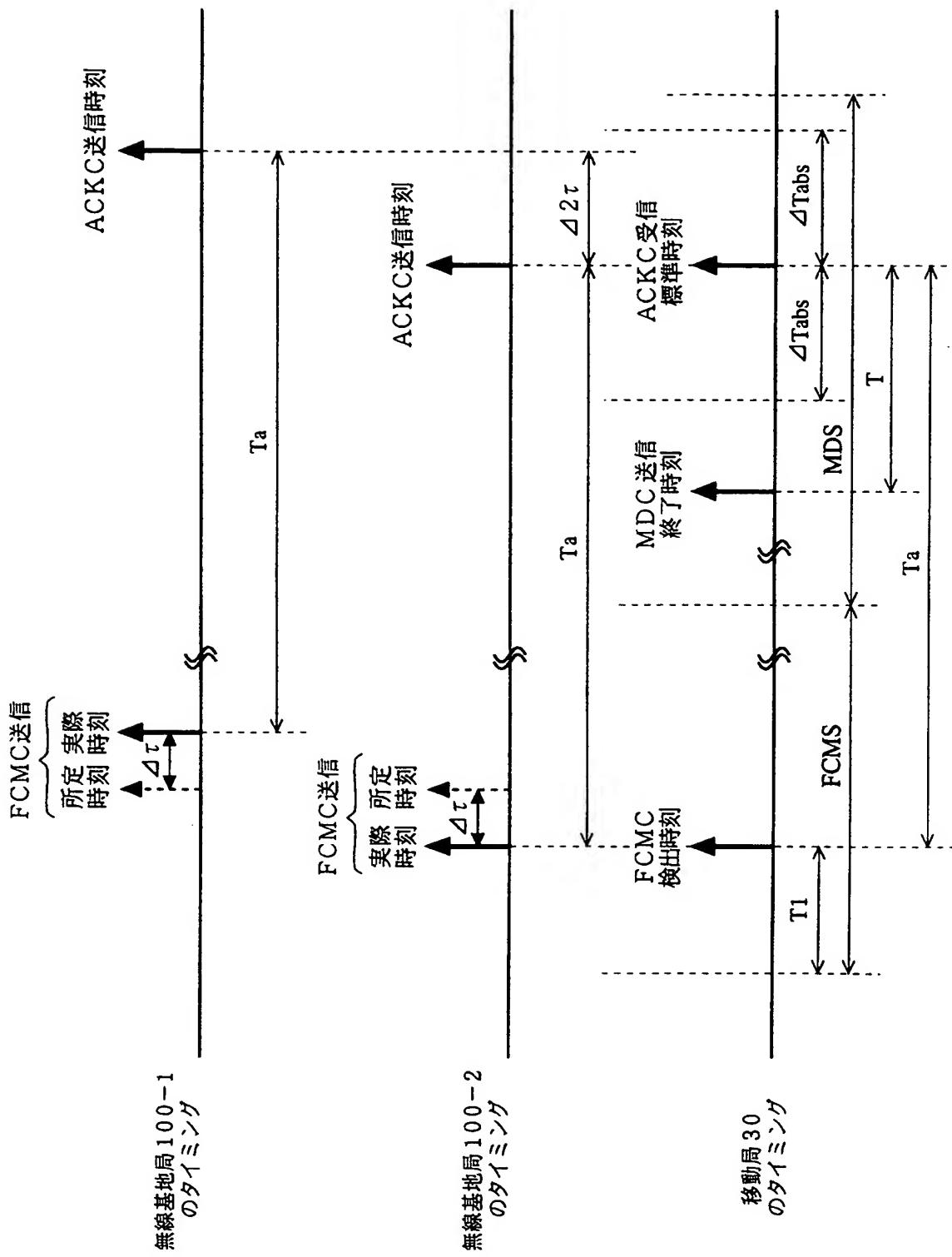
[図16]



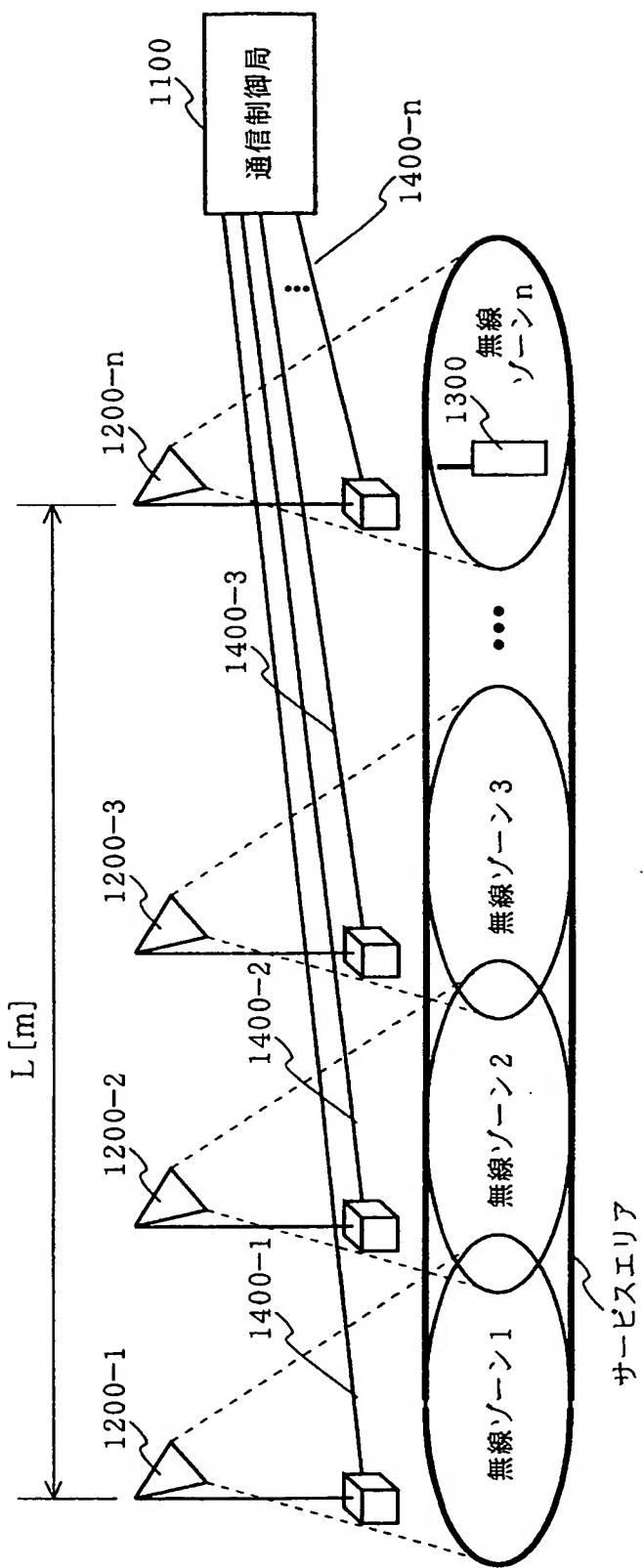
[図17]



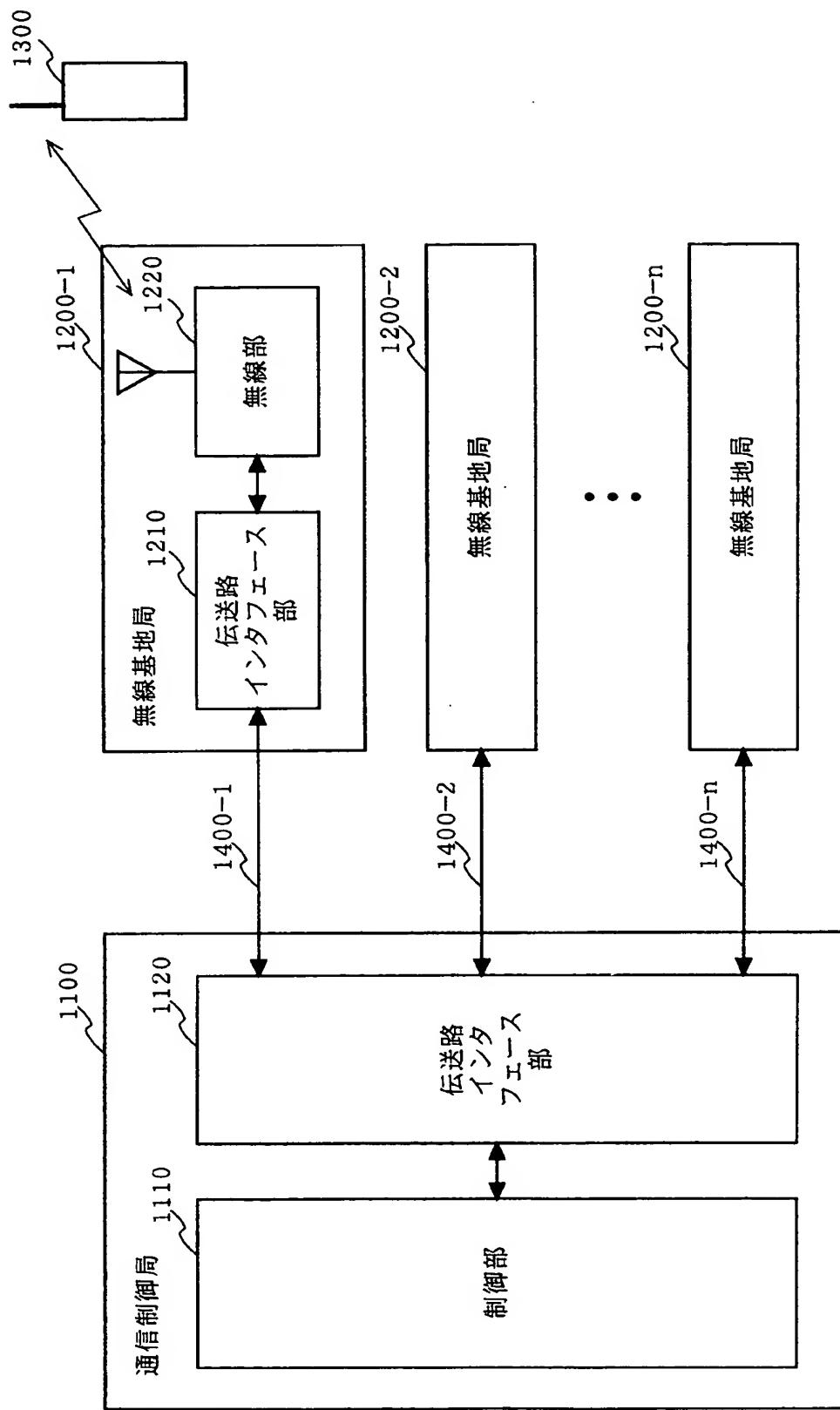
[図18]



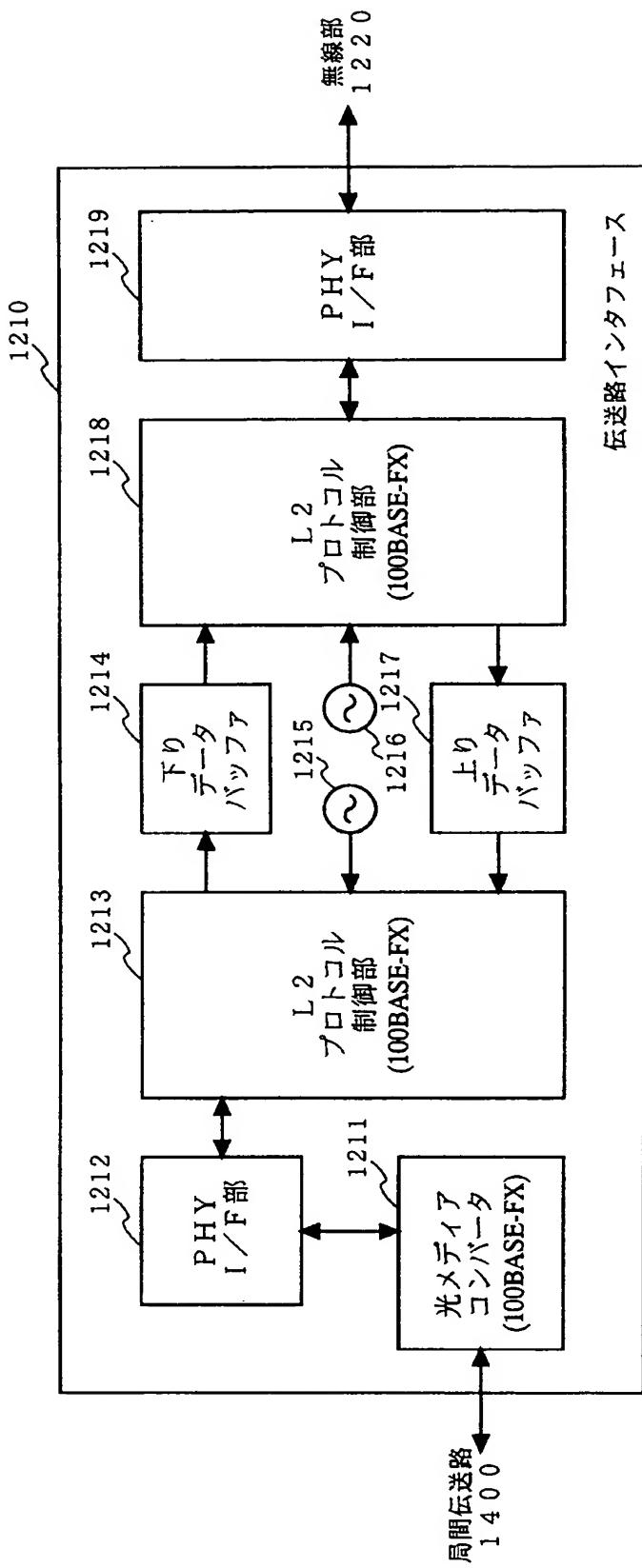
[図19]



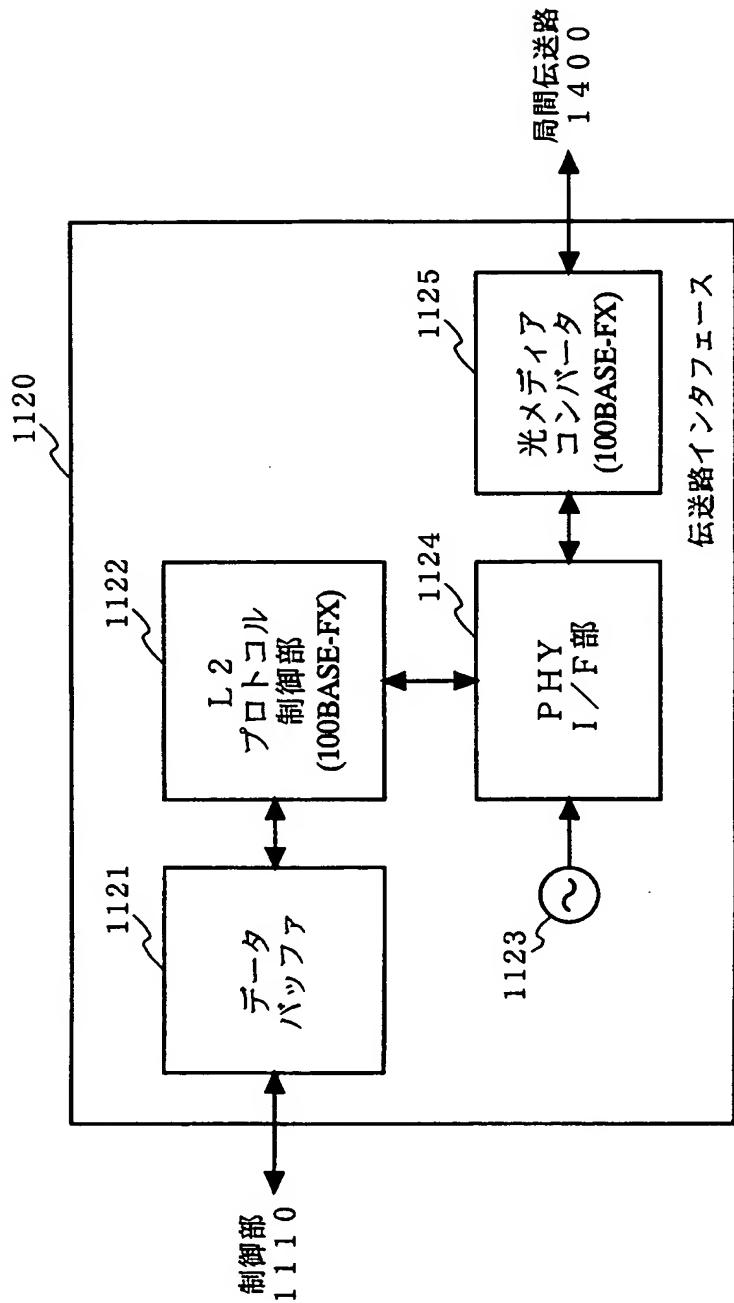
[図20]



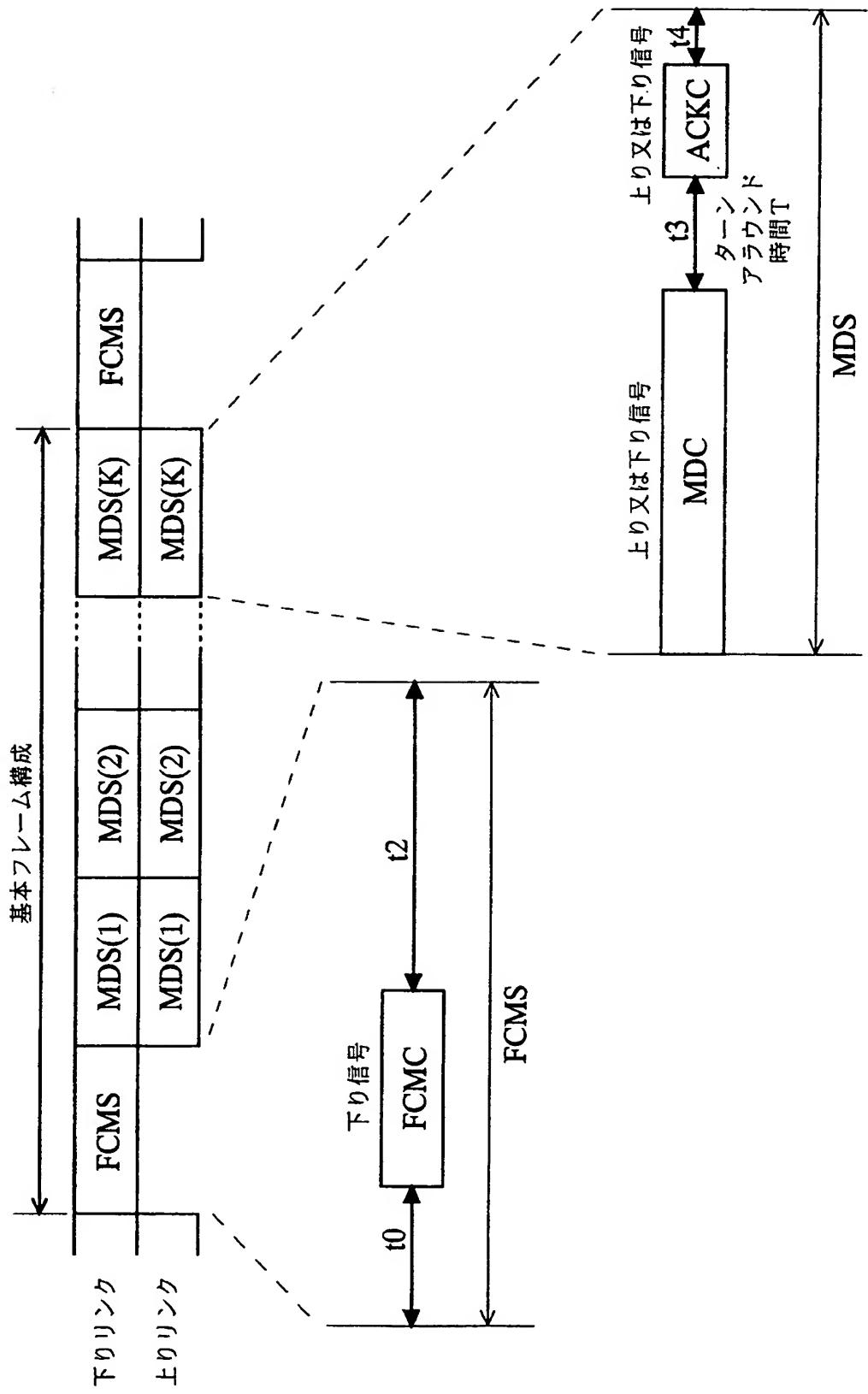
[図21]



[図22]



[図23]



[図24]

